

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Instalación Eléctrica en un Complejo Hospitalario

AUTOR: Enrique Bretones San Miguel

TUTOR: Esteban Patricio Domínguez González-Seco

Leganés, Julio de 2012

RESUMEN DEL PROYECTO

Se llevará a cabo el estudio y la determinación de todos los puntos necesarios en una instalación eléctrica de un edificio de pública concurrencia, como es el caso en nuestro complejo hospitalario.

Se analizarán ampliamente todos los puntos y actividades consecuentes a realizar desde los Centros de Transformación donde llegará la línea de media tensión de la compañía, en este caso Endesa, hasta las tomas finales de las diferentes salas y habitaciones del edificio.

Debido a su gran envergadura, este proyecto eléctrico será elaborado en cinco partes, siendo esta la que corresponde a las zonas alimentadas por el Centro de Transformación 3 y, dentro de este, lo correspondiente a los Cuadros Generales Derivativos 1, 5 y 7, con todas sus tomas y variantes.

El proyecto contendrá todos los elementos esenciales y principales con los que contará una instalación eléctrica básica de baja tensión, teniendo en cuenta además que hay que tomar medidas especiales en algunos puntos, como la seguridad, al tratarse de un complejo hospitalario.

Así mismo, añadidos a la memoria se dispondrá de un pliego de condiciones, un presupuesto y una serie de planos para la correcta comprensión del proyecto eléctrico.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero dar mi agradecimiento a Esteban Domínguez, ya no solo por ofrecerme este proyecto y ser mi tutor, sino también como profesor y por darme la oportunidad de realizar prácticas en la empresa PROMEC S.A., donde he adquirido grandes conocimientos para la elaboración de este proyecto. También darle las gracias a mi compañero Carlos Jiménez por aconsejarme y aclararme con algunas dudas que me han surgido en dicho proyecto.

A mi novia por aguantarme día a día y animarme a seguir adelante hasta alcanzar el objetivo de finalizar este proyecto. Por ayudarme en todo y por estar a mi lado.

A mi familia por darme la oportunidad de estudiar esta carrera y por estar ahí siempre.

A mis amigos y compañeros, Héctor, Carlos, David, Fayssal, Raúl, Paco, Enrique..., por hacer que estos años se hayan pasado mucho más rápidos de lo que nunca pensé y hacer cada día más sencillo.

ÍNDICE

-	Objetivos.....	Pág. 4
-	Memoria de la Instalación.....	Pág. 6
	o Anexos.....	Pág. 80
	o Cálculos Justificativos.....	Pág. 104
-	Pliego de Condiciones.....	Pág. 133
-	Presupuesto.....	Pág. 230
-	Índice de Planos.....	Pág. 261
-	Conclusión.....	Pág. 262
-	Referencias.....	Pág. 263
-	Bibliografía.....	Pág. 265

OBJETIVOS

Nuestros objetivos comenzarán con una previsión de cargas donde conoceremos la potencia necesaria a ser alimentada, así como los tipos de tomas a las que debemos dar suministro. Gracias a ello podremos comenzar a elaborar nuestro proyecto adecuadamente.

Deberemos realizar un estudio de acometidas para conocer las longitudes de las diferentes líneas que alimentarán el edificio. Una vez conocidas las longitudes y las potencias necesarias, podremos realizar los cálculos necesarios para llevar a cabo dichas acometidas.

Es importante conocer el tipo de conductor que se debe emplear, ya que, si realizaremos una alimentación trifásica, deberemos de estudiar si será rentable emplear conductores unipolares o tetrapolares dependiendo de las secciones, igualmente en las acometidas monofásicas que también deberán analizarse para garantizar su aislamiento.

Tras conocer los conductores que deben alimentar el complejo, será necesario el estudio de los elementos que transportarán a estos, así como su tipología de instalación, ya pueda ser empotrada o a través de canalizaciones o tubos. Incluso encontraremos diferentes tipos de instalación según los cuadros eléctricos de donde provengan las líneas.

Uno de los temas más importantes, y a los que hay que prestar mayor atención son las protecciones, ya que es absolutamente imprescindible mantener la seguridad de personas, animales e incluso de los propios elementos de la instalación. Se presentarán y explicarán los principales equipos que cumplen la función de protección en nuestro complejo, analizando finalmente cuál ha sido nuestra elección.

Aunque en el análisis de la previsión de cargas habrán sido mencionados, se deberá realizar un análisis, así como una explicación más minuciosa de los paneles de aislamiento y de los sistemas de alimentación ininterrumpidos, debido a su gran importancia en hospitales al existir zonas donde nunca puede perderse la alimentación, como es el caso del quirófano, cuya instalación eléctrica será adecuadamente analizada.

Una vez se ha analizado todo lo anterior, y la instalación ya ha sido explicada superficialmente en casi todos sus puntos, hay que tratar el medio por el cual nuestra instalación recibe energía. Por ello, mientras que la compañía nos dota de un suministro de media tensión, tendremos que analizar y explicar los centros de transformación que nos permitirán otorgar al complejo de un suministro adecuado de baja tensión.

Al tratarse de un complejo hospitalario, siendo un local de pública concurrencia, debe de tener un suministro complementario, por si se produce un fallo de la alimentación

principal de la compañía. Por ello deberemos dotar al edificio de grupos electrógenos que analizaremos y explicaremos adecuadamente para su comprensión.

Finalmente el último punto principal, y no por ello menos importante, es la instalación de puestas a tierra, ya sea de la instalación principal o de los centros de transformación. Dicha instalación debe planificarse adecuadamente para que las corrientes de defecto que puedan producirse no afecten ni a personas ni a los propios elementos del edificio. Se analizará la instalación a tierra explicando cómo debe llevarse a cabo y la tipología que la caracteriza.

Una vez se han mencionado y analizado todos los puntos anteriores, debemos insertar unos anexos donde vengan los cálculos y algunas explicaciones necesarias más específicas de algunos puntos de la instalación. Para su estudio emplearemos programas informáticos como pueden ser DiaLUX, Daisa e incluso AutoCAD.

Estos anexos se centrarán en el estudio de tres puntos principalmente, el alumbrado general, que adquiere gran importancia al tratarse de un hospital donde el alumbrado debe ser en muchos puntos específico, como es el caso de salas estériles o quirófanos. El alumbrado de emergencia y de reemplazamiento también debe ser analizado y, por último, la instalación de pararrayos que protegerá al edificio contra sobretensiones producidas por descargas atmosféricas.

MEMORIA DE LA INSTALACIÓN

ÍNDICE MEMORIA

1. Previsión de Cargas.....	Pág. 9
1.1.Cuadro General Derivativo 1.....	Pág. 10
1.2.Cuadro General Derivativo 5.....	Pág. 13
1.3.Cuadro General Derivativo 7.....	Pág. 16
1.4.Aclaraciones Generales.....	Pág. 19
1.5.Tipos de Tomas.....	Pág. 21
2. Tipología de Cables.....	Pág. 22
2.1.RZ1-0,6/1kV.....	Pág. 22
2.2.ES07Z1.....	Pág. 23
3. Cálculo de Líneas.....	Pág. 24
4. Canalizaciones.....	Pág. 30
5. Tubos.....	Pág. 33
6. Protecciones.....	Pág. 35
6.1.Tipos de Protecciones.....	Pág. 36
6.2.Protecciones en la Instalación.....	Pág. 40
6.3.Derivación Final.....	Pág. 43
7. Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI).....	Pág. 44
8. Paneles de Aislamiento (Quirófanos).....	Pág. 48
9. Centro de Transformación.....	Pág. 52
9.1.Arquitectura.....	Pág. 52
9.2.Celdas.....	Pág. 55
9.3.Transformador.....	Pág. 59
9.4.Hexafluoruro de Azufre (SF6).....	Pág. 63
9.5.Puesta a Tierra.....	Pág. 64
9.6.Accesibilidad.....	Pág. 65
9.7.Alumbrado.....	Pág. 65
9.8.Ventilación.....	Pág. 66
9.9.Sistema Protección contra Incendios.....	Pág. 66
10. Grupo Electrónico.....	Pág. 67
10.1. Características y Componentes Generales.....	Pág. 67

10.2.	Instalación en Paralelo.....	Pág. 71
10.3.	Grupo Electrógeno Elegido.....	Pág. 72
11.	Sistemas de Puesta a Tierra.....	Pág. 74
11.1.	Puesta a Tierra Instalación Baja Tensión.....	Pág. 74
11.2.	Esquemas Puesta a Tierra.....	Pág. 76
11.2.1.	Esquema TT.....	Pág. 76
11.2.2.	Esquema TN.....	Pág. 77
11.2.3.	Esquema IT.....	Pág. 78
12.	Anexo A: Alumbrado.....	Pág. 80
12.1.	Introducción.....	Pág. 80
12.2.	Información Lámparas Halógenas.....	Pág. 84
12.3.	Información Lámparas de Fluorescencia.....	Pág. 84
12.4.	Luminarias Empleadas.....	Pág. 85
12.5.	Luminaria de Intervención Quirófano.....	Pág. 91
13.	Anexo B: Alumbrado de Emergencia.....	Pág. 92
13.1.	Introducción.....	Pág. 92
13.2.	Luminaria Emergencia.....	Pág. 94
13.3.	Alumbrado de Reemplazamiento.....	Pág. 96
14.	Anexo C: Pararrayos.....	Pág. 97
14.1.	El Rayo.....	Pág. 97
14.2.	Normativa.....	Pág. 97
14.3.	Estudio de Nivel de Protección.....	Pág. 98
14.4.	Instalación del Pararrayos.....	Pág. 101
14.5.	Pararrayos Elegido.....	Pág. 104
15.	Cálculos Justificativos.....	Pág. 105
15.1.	Cálculo de Líneas.....	Pág. 105
15.2.	Cálculo Protecciones.....	Pág. 112
15.3.	Cálculo Puesta a Tierra Centro de Transformación.....	Pág. 115
15.4.	Cálculo Alumbrado.....	Pág. 119
15.5.	Cálculo Alumbrado de Emergencia.....	Pág. 130

1. PREVISIÓN DE CARGAS

Las cargas van a ser analizadas siguiendo los cuadros generales que alimentan cada parte del edificio. Indicando la planta y la zona que se alimenta. Las siglas que emplearemos serán:

- Cuadro General Derivativo (CGD): Cuadros Principales que derivan del Centro de Transformación.
- Cuadros Secundarios (CS): Alimentarán las diferentes zonas del edificio.
- Tomas Eléctricas (TE): Elementos con gran carga que son conectados directamente al cuadro general sin pasar por un cuadro secundario.
- Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI): Zonas alimentadas por cuadros secundarios donde, en ningún momento, puede cortarse la energía. Por lo que mientras el sistema energético actúa normalmente se cargarán unas baterías, que se emplearán en el momento en que se pueda producir un corte de energía. Se terminarán de emplear cuando entre en funcionamiento y se establezca el Grupo Electrónico del Centro de Transformación.
- Panel Aislamiento (PA): Los paneles de aislamiento son los que se encuentran alimentados por las SAIs y donde se conectarán todos los elementos que no puedan perder en ningún momento energía, como bien podría ser un quirófano. Además contarán con suministro complementario de grupo electrónico cuando este entre en funcionamiento.

Las cargas de los cuadros secundarios se repartirán de diferente forma según su requerimiento. Podremos separar alumbrado, tomas de fuerza, tomas informáticas e incluso usos médicos.

A continuación comenzaremos analizando las cargas de los Cuadros Generales 1, 5 y 7 de nuestro hospital. Las características iniciales de dichos cuadros y de sus respectivas acometidas, así como la alimentación de los diferentes cuadros son las siguientes:

CGD-1 Acometida A (456,60 KVA)	CGD-1 Acometida B (330,80 KVA)
Planta -2 (CS 1, 2 y 3)	Planta -1 (CS 1 y 2)
Planta 0 (CS 2)	Planta 0 (CS 1, 3 y 4)
Planta 1 (CS 2 y 3)	Planta 1 (CS 1 y 4) TE (5.1 a 5.8)
Planta 2 (CS 2A y 2B)	Planta 2 (CS 1 y 3)
CGD-5 Acometida A (525,60 KVA)	CGD-5 Acometida B (270,25 KVA)
Planta -2 (CS 1, 2, 3 y 4)	Planta 0 (CS 1, 2, 3 y 4)
Planta -1 (CS 1)	Planta 1 (CS 1 y 3)
Planta 1 (CS 2)	Planta -1 (CS 2) TE (25E y 27E)
Planta 2 (CS 1 y 2A)	Planta 2 (CS 3 y 2B)
CGD-7 Acometida A (659,35 KVA)	CGD-7 Acometida B (304,74 KVA)
Planta -1 (CS 2)	Planta -2 (CS 1, 2, 3 y 4)
Planta 0 (CS 1 y 2)	Planta -1 (CS 1)
Planta 1 (CS 1 y 2)	Planta 0 (CS 3)
Planta 2 (CS 1, 3 y 4)	Planta 2 (CS 2)
Planta 3 (1 y AS)	Planta 3 (CS 2)

Tabla 1: Alimentación Cuadros según Acometidas

1.1.Cuadro General Derivativo 1

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-1.0.1	Unidades Administrativas y Pasillo	37,90	14,90	10	12		1 (Puertas y Computas Cortafuegos)
CS-1.0.2	Hospital Día y Médico Quirúrgico	47,80	13,80	25	9		
CS-1.0.3	Admisión - Citaciones	48,05	16,05	13	15		4 (Central Telefonía)
CS-1.0.4	Acceso Principal	47,35	29,35	11	6		1 (Puertas y Computas Cortafuegos)
TE-1.0.5.1 (1-8)		40					

Tabla 2: Previsión de Cargas Cuadro General 1 Planta 0

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-1.1.1	Unidades Administrativas y Pasillo	30,95	14,45	8	7,5		1 (Puertas y Computas Cortafuegos)
CS-1.1.2	U.C.I. Neonatales	65,55	8,05	14,5	3	40 PA-1.1.2.1 (1-2)	
CS-1.1.3	U.C. Medios Pediatría	84,35	8,35	23,5	4,5	42 PA-1.1.3.1 (1-2)	
CS-1.1.4	Pasillo	31,95	23,45	6	1,5		1 (Puertas y Computas Cortafuegos)
PA-1.1.3.1 (1-2)	Camas	24					
PA-1.1.2.1 (1-2)	Cunas	20					

Tabla 3: Previsión de Cargas Cuadro General 1 Planta 1

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-1.2.1	Unidades Administrativas y Pasillo	28,10	19,6	6	1,5		1 (Puertas y Computas Cortafuegos)
CS-1.2.2 Acometida A	Bloque Quirúrgico	46,85	31,3	14	1,5		
CS-1.2.2 Acometida B	Bloque Quirúrgico (10 quirófanos)	75				75 PA-1.2.2.1 (1-10)	
CS-1.2.3	Pasillo	28,10	19,6	6	1,,5		1 (Puertas y Computas Cortafuegos)
PA-1.2.2.1 (1-10)	Quirófanos	7,5					1,5 (Asistencia Vital)

Tabla 4: Previsión de Cargas Cuadro General 1 Planta 2

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-1.(-1).1	Área Investigación y Docencia	P. Inst. = 16,05 Reserva = 25	8,55	4,5	3		
CS-1.(-1).2	Área Investigación y Docencia	22	14,5	5	1,5		1 (Puertas y Computas Cortafuegos)

Tabla 5: Previsión de Cargas Cuadro General 1 Planta -1

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-1.(-2).1	Urgencias Adultos	69,60	16,70	34,5	15	3,4	
CS-1.(-2).2	Urgencias Adultos	41,25	12,75	18	7,5	3	
CS-1.(-2).3	Urgencias Adultos	60	17,4 1,1 Escaleras	15 (General) 22,5 = C.Ambulancias (3)	3		1 (Puertas y Computas Cortafuegos)

Tabla 6: Previsión de Cargas Cuadro General 1 Planta -2

Aclaraciones sobre las cargas del Cuadro General Derivativo 1

- Las tomas eléctricas de la planta baja son iguales, con 40KVA cada una. Cuando se indique TE-1.0.5.1 (1-8) se indican ocho tomas eléctricas.
- Las Pantallas de Aislamiento PA-1.1.3.1 (1-2) (U.C. Medios Pediatría) tienen 24KVA entre las dos. Dividiendo por camas y cunas de 2KVA de grupos de dos, alimentando cada panel de aislamiento a una de ellas. Quedando de la siguiente forma la separación:

PA-1.1.3.1	PA-1.1.3.2	Carga (KVA)
Aislados	Cama 11	2
Aislados	Cama 12	2
Cama 1	Cama 13	2
Cama 2	Cama 14	2
Cama 3	Cama 15	2
Cama 4	Cama 16	2
Cama 5	Cuna 1	2
Cama 6	Cuna 2	2
Cama 7	Cuna 3	2
Cama 8	Cuna 4	2
Cama 9	Cuna 5	2
Cama 10	Cuna 6	2

Tabla 7: Disposición Camas y Cunas PA-1.1.3.(1-2)

- Las Pantallas de Aislamiento PA-1.1.2.1 (1-2) (U.C.I. Neonatales) alimentan 20KVA entre las dos, mediante grupos de cunas. La separación de estas queda de la siguiente manera:

PA-1.1.2.1	PA-1.1.2.2	Carga (KVA)
Cuna 1	Cuna 10	2
Cuna 2	Cuna 11	2
Cuna 3	Cuna 12	2
Cuna 4	Cuna 13	2
Cuna 5	Cuna 14	2
Cuna 6	Cuna 15	2
Cuna 7	Cuna 16	2
Cuna 8	Cuna 17	2
Cuna 9	Aislados	2
Reserva	Aislados	2

Tabla 8: Disposición Cunas PA-1.1.2.(1-2)

- Los PA-1.2.2.1 (1-10) (Bloque Quirúrgico), son paneles de aislamiento que alimentan a 10 Quirófanos similares, cada uno de ellos con 7,5KVA, con 1,5 KVA de estas para asistencia vital.
- Debemos indicar que este cuadro no alimenta ninguna zona de la planta 3 ni de aparcamientos, planta -3.

1.2. Cuadro General Derivativo 5

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-5.0.1	Unidades Administrativas y Pasillo	41,30	15,3	10	15		1 (Puertas y Compuertas Cortafuegos)
CS-5.0.2	Otorrinolaringología	35,80	14,8	12	9		
CS-5.0.3	Oftalmología	51,75	18,25	20	13,5		
CS-5.0.4	ONG, Voluntariado y Pasillo	28,35	12,85	11,5	3		1 (Puertas y Compuertas Cortafuegos)

Tabla 9: Previsión de Cargas Cuadro General Derivativo 5 Planta 0

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-5.1.1	Unidades Administrativas y Pasillo	39,15	15,15	11	12		1 (Puertas y Compuertas Cortafuegos)
CS-5.1.2	Uds. Enfermería Pediatría	73,80	10,55	24	3		36,25 (29 Unidades Iguales)
CS-5.1.3	Pasillo	21,20	15,20	3,5	1,5		1 (Puertas y Compuertas Cortafuegos)

Tabla 10: Previsión de Cargas Cuadro General Derivativo 5 Planta 1

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-5.2.1	Unidades Administrativas y Pasillo	13,40	6,9	5	1,5		
CS-5.2.2 Acometida A	Bloque Quirúrgico	46,80	31,3	14	1,5		
CS-5.2.2 Acometida B	Bloque Quirúrgico	75				75 (10 Quirófanos Iguales)	
CS-5.2.3	Pasillo	40,55	16,55	11	12		1 (Puertas y Compuertas Cortafuegos)
PA-5.2.2.1 (1-10)	10 Quirófanos	7,5					1,5 (Asistencia Vital)

Tabla 11: Previsión de Cargas Cuadro General Derivativo 5 Planta 2

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-5.(-1).1	Cirugía Mayor Ambulatoria	84,25	28,75	18	7,5	30 PA-5.(-1).1.1 (1-4)	
CS-5.(-1).2	Pasillo	23,25	13,75	7	1,5		1 (Puertas y Compuertas Cortafuegos)
TE-AA.5.(-1).25E		50					
TE-AA.5.(-1).27E		44					
PA-5.(-1).1.1 (1-4)	4 Quirófanos	7,5					1,5 (Asistencia Vital)

Tabla 12: Previsión de Cargas Cuadro General Derivativo 5 Planta -1

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-5.(-2).1	Radiodiagnóstico Urgencias	41,25	8,5	19,5	4,5	1,25	7,5 (6 Cuadro Enfermo Habitación)
CS-5.(-2).2	Radiodiagnóstico Urgencias	32,30	8,05	12	6	1,5 4 (PA-5.(-2).2.1)	1 (Puertas y Compuertas Cortafuegos)
CS-5.(-2).3	Urgencias Infantil	44,10	21,1	17	6		
CS-5.(-2).4	Urgencias Infantil	23,15	8,65	10	4,5		
PA-5.(-2).2.1	Urgencia Vital	4					

Tabla 13: Previsión de Cargas Cuadro General Derivativo 5 Planta -2

Aclaraciones Cuadro General 5

- El Panel Secundario PA-5.2.2.1 (1-10) son 10 quirófanos iguales pertenecientes a un bloque quirúrgico.
- En la Planta 3 se sitúan tomas eléctricas de aire acondicionado, simplemente la 25E y 27E.
- En la planta -2 encontramos un Panel de Aislamiento para Urgencia Vital.
- En dicho CGD, no obtenemos ninguna alimentación en la planta 3, ni la -3.

1.3. Cuadro General Derivativo 7

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-7.0.1	Unidad Enfermería	76,35	9,6	27	6		33,75 (108 Cuadro Enfermo Habitación)
CS-7.0.2	Neumología	37,95	11,45	15	7,5	4 (PA-7.0.2.1)	
CS-7.0.3	Neurol - Neurofisiología	35,89	14,89	15	6		
PA-7.0.2.1	Broncoscopias	4					

Tabla 14: Previsión de Cargas Cuadro General Derivativo 7 Planta 0

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-7.1.1	Unidad Enfermería	76,35	9,6	27	6		33,75 (108 Cuadro Enfermo Habitación)
CS-7.1.2	Unidad Enfermería Pediatria	71,80	9,8	24	3		35 (28 Cuadro Enfermo Habitación)

Tabla 15: Previsión de Cargas Cuadro General Derivativo 7 Planta 1

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-7.2.1	Unidad Enfermería	76,35	9,6	27	6		33,75 (108 Cuadro Enf. Habitación)
CS-7.2.2	Unidades Administrativas y Pasillo	35,80	15,3	9	10,5		1 (Puerta y Compuertas Cortafuegos)
CS-7.2.3	Reanimación Postquirúrgica	47,10	5,1	15	3	24 (PA-7.2.3.1) (1-2)	
CS-7.2.4	Reanimación Postquirúrgica	31,95	10,95	15,5	4,5		1 (Puerta y Compuertas Cortafuegos)
PA-7.2.3.1	Camas	6					
PA-7.2.3.2	Camas	6					

Tabla 16: Previsión de Cargas Cuadro General Derivativo 7 Planta 2

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-7.3.1	Unidad Enfermería	76,35	9,6	27	6		33,75 (108 Cuadro Enfermo Habitación)
CS-7.3.2	Biblioteca Pacientes	48	32	10	6		
CS-7.3.AS	Ascensores	110					110 (TE-7.3.AS.7) (7-11)
TE-7.3.AS.7 (7-11)	Ascensores	22					

Tabla 17: Previsión de Cargas Cuadro General Derivativo 7 Planta 3

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-7.(-1).1	Circulación Carros Servicio	26,65	13,65	6	6		1 (Puertas y Com. Cortafuegos)
CS-7.(-1).2	Cirugía Mayor Ambulatoria	61,15	14,4	31,5	12	3,25	

Tabla 18: Previsión de Cargas Cuadro General Derivativo 7 Planta -1

Cuadro Secundario	Zona Alimentada	Carga General (KVA)	Carga Alumbrado (KVA)	Carga Fuerza (KVA)	Carga Usos Informáticos (KVA)	Carga SAI (KVA)	Carga Otros (KVA)
CS-7.(-2).1	Eje Básico de Circulación Interior	48,20	27,5 4,2 (Escalera)	11	4,5		1 (Puerta y Compuertas Cortafuegos)
CS-7.(-2).2	Radiología Programado Adultos/Infantil	45,20	15,2	24	6		
CS-7.(-2).3	Radiología Programado Adultos/Infantil	37,75	12,25	21	4,5		
CS-7.(-2).4	Circulación	43,15	17,3 1,85 (Escaleras)	14	9		1 (Puerta y Compuertas Cortafuegos)

Tabla 19: Previsión de Cargas Cuadro General Derivativo 7 Planta -2

Aclaraciones Cuadro General 7

- La única aclaración que deberíamos indicar es la distribución para las camas PA-7.2.3.1 y PA-7.2.3.2. Esta distribución se presenta en la tabla siguiente:

PA-7.2.3.1	PA-7.2.3.2	Carga (KVA)
Cama 1	Cama 7	2
Cama 2	Cama 10	2
Cama 3	Cama 8	2
Cama 4	Cama 11	2
Cama 5	Cama 9	2
Cama 6	Cama 12	2

Tabla 20: Distribución de Camas en PA-7.2.3.(1-2)

- Tenemos tomas eléctricas asignadas a ascensores. Desde la TE-7.3.AS.7 hasta la TE-7.3.AS.11, con 22KVA cada una.
- Podemos observar que no hay ningún tipo de alimentación respecto este cuadro de la planta -3.

1.4.Aclaraciones Generales

Asignación Cuadros Generales al Cuadro General de Baja Tensión 3

Basándose en los puntos que tenemos que analizar, encontramos las siguientes relaciones:

- El Cuadro General Derivativo 1 (CGD1) pertenece a la Acometida N°1 del Centro General de Transformación 3, tanto la acometida A, como la B.
- El Cuadro General Derivativo 5 (CGD5) pertenece a la Acometida N°1 del Centro General de Transformación 3, tanto la acometida A, como la B.
- El Cuadro General Derivativo 7 (CGD7) pertenece a la Acometida N°3 del Centro General de Transformación 3, tanto la acometida A, como la B.

Tomas Eléctricas y Cuadros Generales Derivativos Especiales

- Tomas Eléctricas directamente conectadas al transformador:

Tomas Eléctricas	Carga General (KVA)	Acometida de la que se Alimenta
TE-AA.5.3.1	202 (Solo Red)	3
TE-AA.5.3.2	372 (Solo Red)	3
TE-AA.5.3.3	230 (Solo Red)	3
TE-AA.5.3.3E	113	1
TE-AA.5.3.4	300 (Solo Red)	3

Tabla 21: Tomas Eléctricas Conectadas Directamente al Centro de Transformación

- Cuadros Generales Derivativos de Aire Acondicionado (Acometida 3 CGBT3)
En la Planta -1 encontramos Cuadros Generales de Aire acondicionado alimentados sólo con red, donde salen gran abundancia de tomas. Estas tomas son las siguientes:

CGD-AA.5.(-1).1		CGD-AA.5.(-1).2	
TE-AA.5.(-1).1.S01/02/05	31 KVA	TE-AA.5.(-1).2.S06/07/08	31 KVA
TE-AA.5.(-1).1.18	120 KVA	TE-AA.5.(-1).2.S09/10	19 KVA
TE-AA.5.(-1).1.20	100 KVA	TE-AA.5.(-1).2.19	80 KVA
TE-AA.5.(-1).1.23	85 KVA	TE-AA.5.(-1).2.21	19 KVA
TE-AA.5.(-1).1.26	24 KVA	TE-AA.5.(-1).2.22	57 KVA
TE-AA.5.(-1).1.27	92 KVA	TE-AA.5.(-1).2.24	26 KVA
TE-AA.5.(-1).1.31	56 KVA		
TE-AA.5.(-1).1.32	52 KVA		

Tabla 22: Cuadros Generales Derivativos Aire Acondicionado

- Cuadros Generales Derivativos de Rayos X
Se encuentran en la planta (-2), encontramos los siguientes cuadros con sus respectivas tomas eléctricas, el 7 se alimenta con la Acometida N°3 del CGBT3 y el 5 con la Acometida N°2 del CGBT3:

CGD-7.(-2).RX (400 KVA)	CGD-5.(-2).RX (300 KVA)
TE-7.(-2).RX1	TE-5.(-2).RX1
TE-7.(-2).RX2	TE-5.(-2).RX2
TE-7.(-2).RX3	TE-5.(-2).RX3
TE-7.(-2).RX4	TE-5.(-2).RX4
TE-7.(-2).RX5	TE-5.(-2).RX5
TE-7.(-2).RX6	TE-5.(-2).RX6
TE-7.(-2).RX7	
TE-7.(-2).RX8	
TE-7.(-2).RX9	

Tabla 23: Cuadros Generales Derivativos Rayos X

Reservas

Hasta este momento, se ha mencionado la instalación realizada, pero, para el cálculo de líneas posterior, tenemos que conocer la reserva de nuestros cuadros para posibles ampliaciones futuras, con el objetivo de que los conductores puedan soportar la carga.

La siguiente tabla contendrá las reservas de cada cuadro:

Nombre Cuadro	Potencia Reserva (kVA)	Nombre Cuadro	Potencia Reserva (kVA)
CS-1.0.1	14,260	CS-5.2.2A	36,340
CS-1.0.2	17,940	CS-5.2.2B	0
CS-1.0.3	21,680	CS-5.2.3	10,580
CS-1.0.4	7,360	CS-5.(-1).1	14,260
CS-1.1.1	14,260	CS-5.(-2).1	14,260
CS-1.1.2	14,260	CS-5.(-2).2	24,840
CS-1.1.3	14,260	CS-5.(-2).3	17,940
CS-1.1.4	14,260	CS-5.(-2).4	17,480
CS-1.2.1	14,260		
CS-1.2.2A	39,630	CS-7.0.1	14,260
CS-1.2.2B	0	CS-7.0.2	17,940
CS-1.2.3	14,260	CS-7.0.3	17,940
CS-1.(-1).1	25,140	CS-7.1.1	14,260
CS-1.(-1).2	7,360	CS-7.1.2	14,260
CS-1.(-2).1	25,300	CS-7.2.1	14,260
CS-1.(-2).2	17,940	CS-7.2.2	10,580
CS-1.(-2).3	17,940	CS-7.2.3	10,580
		CS-7.2.4	14,260
CS-5.0.1	10,580	CS-7.3.1	14,260
CS-5.0.2	17,940	CS-7.3.2	12,880
CS-5.0.3	17,940	CS-7.(-1).1	10,580
CS-5.0.4	10,580	CS-7.(-1).2	21,680
CS-5.1.1	10,580	CS-7.(-2).1	16,580
CS-5.1.2	17,940	CS-7.(-2).2	17,940
CS-5.1.3	14,260	CS-7.(-2).3	14,260
CS-5.2.1	14,260	CS-7.(-2).4	14,260

Tabla 24: Reservas

Nota: Cuadros de Tomas Eléctricas, Ascensores o Rayos X pueden contener margen de reserva aunque no haya sido incluido. Los Cuadros Generales Derivativos contarán con la reserva de los Cuadros Secundarios que alimentan, además de alguno de ellos tener tomas libres para reservas.

1.5. Tipos de Tomas

Como hemos mencionado anteriormente, existen numerosas tomas finales que van a ser alimentadas por los cuadros mencionados. Vamos a analizarlas más detenidamente.

- Tomas de alumbrado:

El alumbrado que emplearemos en este tipo de tomas será principalmente fluorescencia. Aunque el alumbrado se expondrá de manera mucho más amplia en el anexo, aclararemos previamente los tipos de alumbrado empleado.

Se emplearán lámparas de fluorescencia de tipo lineal y también de tipo compacto, las de tipo lineal serán principalmente de 36W el tubo, mientras que las compactas variarán en mayor medida entre 18, 26 y 36W, principalmente en downlights. Sin embargo, no olvidemos que no sólo se va a emplear fluorescencia, también tendremos halógenos, apliques, además de lámparas especiales como la del quirófano.

Debemos de conocer que también contaremos con tomas que se corresponderán con alumbrado de emergencia, absolutamente necesario en locales de pública concurrencia como es nuestro caso. Estas tomas se centrarán en dar luminosidad suficiente a las vías de evacuación hacia escaleras, así como los cuadros eléctricos para el mantenimiento en caso de fallo.

- Tomas de fuerza:

Las tomas que localizaremos de fuerza serán principalmente tomas simples de 16A monofásicas con tierra, aunque también existirán tomas donde se vayan a alimentar elementos de gran potencia que requerirán mayor magnitud de corriente.

- Tomas informáticas:

Las tomas informáticas estarán diferenciadas de las de fuerza debido al empleo de protecciones con filtros de armónicos para las tomas informáticas.

- Tomas de usos médicos:

Se emplearán numerosos aparatos electrónicos para usos médicos que serán también diferenciados mediante tomas. Estas tomas también estarán protegidas con filtros de armónicos y proporcionarán un suministro suficiente para las diferentes potencias que tengan que alimentarse.

- Otras tomas:

Como “otras tomas” alimentaremos principalmente compuertas de acceso, así como sistemas de alimentación ininterrumpidos (SAI) que serán explicados en mayor dimensión, junto con los paneles de aislamiento en capítulos posteriores.

2. TIPOLOGÍA DE CABLES

2.1.RZ1-0,6/1kV

El cableado empleado en redes de distribución es de 0,6/1kV. En este caso emplearemos el cable con la designación RZ1-0,6/1kV(AS), considerado para lugares de pública concurrencia como el que tratamos, un hospital. En cuanto a su designación, de letras y números nos indica los siguientes datos:

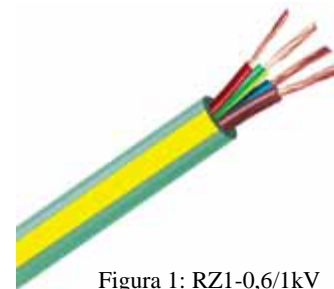


Figura 1: RZ1-0,6/1kV

- R: Aislamiento de Polietileno Reticulado XLPE.
- Z1: Mezcla termoplástica a base de poliolefina, con baja emisión de bases corrosivos (cero halógenos) y humos.
- 0,6/1kV: Tensión Nominal 600 – 1000 V.
- Norma UNE 21123-4.

Según el catálogo de Prysmian las características del cable son los siguientes:

- Cable Flexible.
- No propagación de la llama según UNE 50265-2-1.
- No propagación del incendio según UNE 50266-2-4.
- Baja emisión de humos opacos según UNE 50268.
- Libre de Halógenos según UNE 50267-2-1.
- Reducida Emisión de Gases Tóxicos según NFC 20454.
- Muy Baja Emisión de Gases Corrosivos según UNE 50267-2-3.
- Resistencia a la absorción al agua.
- Resistencia al frío.
- Resistencia a los rayos ultravioleta.

Este tipo de cable se emplearán en las Líneas Generales de Alimentación (conexión entre las bornas del Centro de Transformación, hasta el Cuadro General de Baja Tensión perteneciente al Centro de Transformación), las Líneas de Derivación de las Generales (conexión entre el CGBT y los Cuadros Generales Derivativos) y en Líneas de Derivación Individual (conexión entre los CGD y los Cuadros Secundarios que realizarán la distribución en plantas). Además de dichas líneas se debe indicar que las SAIs también cuentan con este tipo de cableado.

En los lugares donde es más necesaria la presencia de una gran resistencia al fuego se emplearán el cable RZ1-0,6/1kV(AS+). Estos lugares son las zonas de hospitalización, cuidados intensivos, urgencias, zonas quirúrgicas y obstetricia, hemodiálisis, zona de exploraciones especiales, neumología y neurofisiología, cardiología y cirugía vascular, hospital de día, aparatos elevadores de emergencia, grupos de bombeo contra incendios, grupos de bombeo área sanitaria, gases medicinales y extracción de humos.

En general, las características son similares al cable explicado anteriormente, con la diferencia de que es resistente al fuego según la norma UNE 50200 PH 90, donde se considera que puede aguantar 842°C durante 90 minutos.

2.2.ES07Z1

En cuanto a la distribución por plantas se empleará son de cobre aislamiento V-750, con la identificación ES07Z1-U, ES07Z1-R e incluso cablecillos ES07Z1-K. Su norma de referencia es la UNE 211002. Son cables diseñados para derivaciones individuales. Las letras y números de su identificación indican los siguientes datos:



Figura 2: ES07Z1

- ES: Cable de tipo nacional (sin norma armonizada).
- 07: Tensión asignada de 450 / 750 V.
- Z1: Mezcla termoplástica a base de poliolefina, con baja emisión de bases corrosivos (cero halógenos) y humos.

Las tres letras diferentes del final indican la forma del conductor, estas letras indican lo siguiente:

- U: Rígido, de sección circular, de un solo alambre.
- R: Rígido, de sección circular, de varios alambres cableados.
- K: Flexible, de varios alambres finos para instalaciones fijas.

Según el catálogo de Prysmian podemos encontrar las siguientes características para este tipo de cable:

- No propagación de la llama según UNE 50265-2-1.
- No propagación del incendio según UNE 50266-2-4.
- Baja emisión de humos opacos según UNE 50268.
- Libre de Halógenos según UNE 50267-2-1.
- Reducida Emisión de Gases Tóxicos según NFC 20454.
- Muy Baja Emisión de Gases Corrosivos según UNE 50267-2-3.
- Resistencia a la absorción al agua.
- Resistencia al frío.

3. CÁLCULO DE LÍNEAS

Explicación General

Antes de comenzar el cálculo de líneas, debemos realizar una presentación de las líneas que tenemos en nuestra instalación desde el exterior hasta las tomas finales que podemos encontrar en cualquier sala del hospital.

Se recibirá una acometida de la empresa distribuidora de 15kV, que llegará a lo que conoceremos como Centro de Llegada, Seccionamiento y Medida y Reparto de las líneas. En él se situarán las primeras protecciones de la instalación y la toma de medidas para comprobar el correcto funcionamiento de la instalación en todo momento.

El Centro de Llegada repartirá las líneas de media tensión entre los tres Centros de Transformación que tendrá nuestro complejo. La conexión entre estos tres centros será en bucle abierto.

La salida de Baja Tensión de los Centros de Transformación alimentará el Cuadro General de Baja Tensión, en nuestro caso el CGBT-3. La línea que los unirá será una Línea General de Alimentación que emplea el conductor RZ1-0,6/1kV en instalación trifásica. Del cuadro secundario seguiremos la instalación, será el que controle la alimentación de los dos tipos de suministro, ya que una parte de la instalación tendrá doble alimentación, con red y grupo electrógeno, y otra sólo dispondrá de suministro de red, ya que no es esencialmente importante mantener su alimentación en caso de fallo de red. El CGBT-3 alimentará Cuadros Generales Derivativos, Cuadros especiales como los de Aire Acondicionado, Aparcamiento, Ascensores o Rayos X y Tomas Eléctricas de gran magnitud.

A la salida del CGBT-3, mediante las Líneas de Derivación Generales alimentaremos los Cuadros Generales Derivativos, que, como ya hemos mencionado, en nuestro caso son el 1, 5 y 7. Estas líneas también serán trifásicas y serán realizadas empleando el conductor RZ1-0,6/1kV.

Desde los Cuadros Generales Derivativos, realizaremos la conexión de los Cuadros Secundarios y algunas Tomas Eléctricas, todo ello mediante las Líneas de Derivación Individual, que también serán realizadas mediante el conductor RZ1-0,6/1kV, y de alimentación trifásica.

Finalmente, los Cuadros Secundarios, que alimentan las Tomas Finales que fueron mencionadas anteriormente realizarán la conexión mediante líneas monofásicas, que consideraremos como Distribución en Plantas. Se realizará mediante el conductor ES07Z1. Todas estas líneas, desde que llega la línea de la compañía, hasta que se alimentan las tomas finales, obtendrán unos valores de corriente, diferentes, además de poseer distinta longitud y diferentes características cada una de ellas. Por ello hay que realizar un cálculo de líneas, para conocer qué sección es suficiente y qué protección

debe situarse en la línea para que la instalación actúe correctamente y no surja ningún problema.

- Línea de Media Tensión

En cuanto a la línea de media tensión, nos interesa la impedancia que posee, por lo que realizaremos el cálculo de esta de la siguiente manera:

$$Z_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc}} \cdot 10^{-3} \quad (1) \quad R_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc}} \cdot 10^{-3} \cdot \cos\alpha \quad (2) \quad X_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc}} \cdot 10^{-3} \cdot \sen\alpha \quad (3)$$

Donde el significado de cada variable es:

U_2	Tensión del Secundario del Transformador
P_{cc}	Potencia de Cortocircuito
Z_{f2}	Impedancia de la Línea de Media Tensión
R_{f2}	Resistencia de la Línea de Media Tensión
X_{f2}	Reactancia de la Línea de Media Tensión

Teniendo como datos la tensión en el secundario del transformador, y la potencia de cortocircuito de la línea. Además, debemos conocer los valores de $\cos\alpha = 0.15$ y $\sen\alpha = 0.99$.

- Transformador

Tras analizar la línea de media tensión, cuyos datos los podremos ver en la tabla de resultados, le toca el turno al transformador. En este caso consideraremos tanto la impedancia, como la caída de tensión. **Hay que tener en cuenta que, de aquí en adelante, tanto en impedancia como en caída de tensión, tendremos que sumarle la que teníamos anteriormente, esto quiere decir que cuando analicemos un cuadro secundario, tendremos que tener en cuenta los resultados del cuadro general, que a su vez tenían en cuenta al cuadro general de baja tensión, que tenía en cuenta el transformador y la línea de alta tensión.**

Tras esta aclaración, mostramos las ecuaciones para hallar los datos del transformador:

$$Z_{f2} = \frac{V_{cc} \cdot U_2^2}{100 \cdot P_t} \quad (4) \quad R_{f2} = \frac{W_c \cdot U_2^2}{P_t} \cdot 10^{-3} \quad (5) \quad X_{f2} = \sqrt{Z_{f2}^2 - R_{f2}^2} \quad (6)$$

Donde el significado de cada variable es:

U_2	Tensión del Secundario del Transformador
P_t	Potencia Nominal del Transformador
Z_{f2}	Impedancia de la Línea de Media Tensión
R_{f2}	Resistencia de la Línea de Media Tensión
X_{f2}	Inductancia de la Línea de Media Tensión
W_c	Reactancia en el Cobre del Transformador

Teniendo como datos la tensión de cortocircuito en porcentaje, la potencia del transformador y las pérdidas en el cobre del transformador. Las fórmulas para hallar la caída de tensión se mostrarán en el cálculo de líneas generales. Hay que tener en cuenta que en nuestro caso tenemos tres transformadores en paralelo por lo que primero se realizará el cálculo en un transformador y, después, se ampliará a los tres en paralelo.

- Líneas

Una vez mencionado esto, analizamos las ecuaciones empleadas para el cálculo de datos de las líneas en general, ya que tanto las líneas hacia el Cuadro General de Baja Tensión, en nuestro caso, el 3, como las de los Cuadros Generales Derivativos y Cuadros Secundarios emplearán las mismas ecuaciones.

o Corriente Admisible

Se comienza a realizar el cálculo con la Corriente Admisible que podría circular por el conductor. Antes de nada, mencionar que vamos a emplear conductores tetrapolares para las derivaciones a cuadros secundarios, siempre que tengan una sección igual o inferior a 70 mm², y unipolares a los cuadros generales. Tomando la potencia admisible (instalada y reserva) de la previsión de cargas, podremos obtener la corriente admisible que necesitamos. La ecuación resultante es la siguiente:

$$I_{adm} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \text{ (trifásica) } \quad (7)$$

Donde el significado de cada variable es:

I_{adm}	Corriente Admisible en el Conductor
S	Potencia Nominal que alimenta la Línea
U	Tensión en la Línea

Una vez tenemos la corriente admisible, acudiremos al Reglamento Eléctrico de Baja Tensión, en la ITC-19, mirando la tabla de secciones, observamos el que necesitamos. Debemos mencionar que, en caso de superar la corriente permitida por los conductores, tendremos que aumentar el número de conductores, situando un conductor más por cada fase. Además, tenemos que multiplicar por un factor de corrección, en este caso, 0,96 (temperaturas no superiores a 35°C) y 0,85 (por agrupamiento de conductores). Todo esto en cables tetrapolares, en los unipolares el coeficiente de agrupamiento pasará a ser de 0,86. Con todo esto enunciado podemos tener las siguientes secciones en caso de conductores tetrapolares:

- 6 mm² con $I_z = 54 \times 0,816 = 44,06A$, con una $I_r = 40A$, como máximo.
- 10 mm² con $I_z = 75 \times 0,816 = 61,2A$, con una $I_r = 60A$, como máximo.
- 16 mm² con $I_z = 100 \times 0,816 = 81,6A$, con una $I_r = 80A$, como máximo.
- 25 mm² con $I_z = 127 \times 0,816 = 103,63A$, con una $I_r = 100A$, como máximo.
- 35 mm² con $I_z = 158 \times 0,816 = 128,93A$, con una $I_r = 128A$, como máximo.
- 50 mm² con $I_z = 192 \times 0,816 = 156,67A$, con una $I_r = 156A$, como máximo.

- 70 mm² con $I_z = 246 \times 0,816 = 200,73A$, con una $I_r = 200A$, como máximo.
- 95 mm² con $I_z = 298 \times 0,816 = 243,17A$, con una $I_r = 238A$, como máximo.
- 120 mm² con $I_z = 346 \times 0,816 = 282,34A$, con una $I_r = 280A$, como máximo.
- 150 mm² con $I_z = 395 \times 0,816 = 322,32A$, con una $I_r = 320A$, como máximo.
- 185 mm² con $I_z = 450 \times 0,816 = 367,20A$, con una $I_r = 360A$, como máximo.
- 240 mm² con $I_z = 538 \times 0,816 = 439,01A$, con una $I_r = 432A$, como máximo.
- 300 mm² con $I_z = 621 \times 0,816 = 506,74A$, con una $I_r = 504A$, como máximo.

En cuanto a conductores unipolares tenemos las siguientes secciones disponibles:

- 6 mm² con $I_z = 58 \times 0,8256 = 47,88A$, con una $I_r = 46A$, como máximo.
- 10 mm² con $I_z = 80 \times 0,8256 = 66,05A$, con una $I_r = 66A$, como máximo.
- 16 mm² con $I_z = 107 \times 0,8256 = 88,34A$, con una $I_r = 88A$, como máximo.
- 25 mm² con $I_z = 135 \times 0,8256 = 111,45A$, con una $I_r = 112A$, como máximo.
- 35 mm² con $I_z = 169 \times 0,8256 = 139,53A$, con una $I_r = 136A$, como máximo.
- 50 mm² con $I_z = 207 \times 0,8256 = 170,83A$, con una $I_r = 160A$, como máximo.
- 70 mm² con $I_z = 268 \times 0,8256 = 221,26A$, con una $I_r = 215A$, como máximo.
- 95 mm² con $I_z = 328 \times 0,8256 = 270,80A$, con una $I_r = 260A$, como máximo.
- 120 mm² con $I_z = 380 \times 0,8256 = 315,38A$, con una $I_r = 306A$, como máximo.
- 150 mm² con $I_z = 441 \times 0,8256 = 364,10A$, con una $I_r = 360A$, como máximo.
- 185 mm² con $I_z = 506 \times 0,8256 = 417,75A$, con una $I_r = 410A$, como máximo.
- 240 mm² con $I_z = 599 \times 0,8256 = 494,53A$, con una $I_r = 482A$, como máximo.
- 300 mm² con $I_z = 703 \times 0,8256 = 580,40A$, con una $I_r = 567A$, como máximo.

Siendo las I_r , valores para la protección de líneas mediante interruptores automáticos.

Hay que indicar que se van a seguir ciertos requisitos en nuestra instalación, que se deberán mencionar para una mejor comprensión de los datos:

- La línea a los cuadros secundarios tendrá como mínimo 25 mm².
- En caso de que en la línea conste una SAI de Quirófanos o UCI, ascenderemos a 35 mm², como mínimo.
- Las Tomas Eléctricas Simples (ni ascensor, ni aire acondicionado), contarán con una sección de 35 mm², como mínimo.
- Las Tomas de Rayos X, Aires Acondicionados y Ascensores depende del diseño que se haya considerado, siempre que se cumplan los requisitos necesarios.

○ Reactancia

El siguiente paso, tras fijar la sección necesaria, será hallar la impedancia de las líneas, para ello se emplearán las siguientes ecuaciones:

$$R_{f2} = r_e \cdot \frac{L}{N} \quad (8)$$

$$X_{f2} = x_e \cdot \frac{L}{N} \quad (9)$$

$$Z_{f2} = \sqrt{X_{f2}^2 + R_{f2}^2} \quad (10)$$

Donde el significado de cada variable es:

Z_{f2}	Impedancia de la Línea de Media Tensión
R_{f2}	Resistencia de la Línea de Media Tensión
X_{f2}	Reactancia de la Línea de Media Tensión
r_e	Resistencia por Kilómetro de la Línea
x_e	Reactancia por Kilómetro de la Línea
N	Número de Conductores en la Línea
L	Longitud en Kilómetros de la Línea

Conociendo resistencia y reactancia por km de la línea, la longitud de estas y el número de conductores. Como dije antes hay que tener en cuenta las impedancias anteriores que habrá que sumarmas a la que resulta del conductor.

○ Caída de Tensión

Para calcular la caída de tensión, hay que tener en cuenta que debemos cumplir como máximo un 4,5% de caída para iluminación, y un 6,5% de fuerza, desde la toma del transformador. Se emplearán las siguientes ecuaciones para dicho cálculo:

$$\sum e_{R2} = \sum I_{c2} \cdot R_{f2} \cdot 10^{-3} \quad (11) \quad \sum e_{X2} = \sum I_{c2} \cdot X_{f2} \cdot 10^{-3} \quad (12)$$

$$\sum e_{Z2} = \sqrt{(\sum e_{R2})^2 + (\sum e_{X2})^2} \quad (13) \quad V_c = V_2 - (\sum e_{R2} \cdot \cos \varphi + \sum e_{X2} \cdot \sin \varphi) \quad (14)$$

$$e_2(\%) = 100 \cdot \left(1 - \frac{V_c}{V_{c0}}\right) \quad (15)$$

Donde el significado de cada variable es:

Z_{f2}	Impedancia de la Línea de Media Tensión
R_{f2}	Resistencia de la Línea de Media Tensión
e_{R2}	Caída de Tensión Resistiva en la Línea
e_{X2}	Caída de Tensión Inductiva en la Línea
e_{Z2}	Caída de Tensión en la Línea
V_2	Tensión Simple en Vacío
V_c	Tensión al Final de la Línea (Monofásica)
V_{c0}	Tensión de lado de Baja del Transformador Monofásica
e_2	Caída de Tensión en Porcentaje
I_{c2}	Corriente de Plena Carga
$\cos \varphi$	Factor de Potencia de la Línea

En estas ecuaciones deberemos de tener constancia de la corriente de plena carga, que obtendremos multiplicando la corriente instalada por el coeficiente de simultaneidad que haya adjudicado el diseñador, dependiendo del uso que se vaya a tener de la línea. También consideraremos la tensión de baja, pero monofásica, y los factores de potencia de las líneas. Una vez obtengamos V_c para realizar la comparativa en porcentaje, se realizará respecto la tensión en bornes del transformador hallada en la tabla de cálculos.

- Corriente de Cortocircuito y Tiempo de Despeje de Falta

Finalmente, tras observar que hemos cumplido ambos apartados, tendremos que calcular la corriente de cortocircuito y el tiempo de despeje de la falta del interruptor magnetotérmico. Para ello es necesario el conocimiento de la impedancia del cable, dependiendo la resistencia y la inductancia de la sección que tengamos. Que, habrá que multiplicarlo por la longitud del conductor y dividirlo por el número de conductores que empleemos.

Finalmente, obtendremos la corriente de cortocircuito y el tiempo de despeje de la falta de la siguiente forma:

$$I_{cc} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \cdot Z_{f2}} \quad (16) \quad t = \frac{20473 \cdot S^2}{I_{cc}^2} \cdot 10^{-6} \cdot (N)^2 \quad (17) \quad \text{para el cobre en nuestro caso}$$

Donde el significado de cada variable es:

Z_{f2}	Impedancia de la Línea de Media Tensión
I_{cc}	Corriente de Cortocircuito
U_2	Tensión en la Línea
t	Tiempo de Despeje de Cortocircuito
S	Sección de los Conductores de la Línea
N	Número de Conductores de la Línea

Una vez cumplidos estos tres procesos, podemos asegurar el correcto funcionamiento del conductor para la carga deseada.

Los cálculos realizados podrán verse en el apartado de cálculos justificativos.

4. CANALIZACIONES

Una vez conocidas las secciones y el tipo de cable a instalar, tenemos que conocer las diferentes canalizaciones que tenemos que realizar.

En general, van a ser empleadas bandejas metálicas ventiladas para las canalizaciones, salvo en tramos verticales, en zonas donde se hayan instalado cables especiales resistentes al fuego, donde se emplearán soportes cada 0,4 metros, donde irán conectados los cables.

Antes de empezar a hablar de las canalizaciones hay que aclarar que se emplearán cables unipolares en general para secciones superiores a 70 mm². Para secciones inferiores, se emplearán cables tetrapolares. En ambas tipologías de cables habrá un neutro compensador. Hay un caso especial para secciones iguales o inferiores a 70 mm² donde se emplearán conductores unipolares debido a la conexión de equipos trifásicos que no requieren conductor de neutro. En este caso se situará un conductor de neutro con una sección como mínimo de la mitad de la sección de la fase.

Es importante mencionar que siempre debe ir por cada línea un conductor de tierra garantizando la seguridad de las personas y de los equipos conectados en el edificio. Para ello ese cable debe ser de al menos la mitad de sección de los conductores de fase.

Se han seleccionado las bandejas del catálogo de Pemsa-Rejiband, realizando los respectivos cálculos necesarios para conocer el tamaño de estas. Además de considerar un espacio disponible para posibles instalaciones futuras de un 30%.

Para realizar dichos cálculos se ha empleado la siguiente ecuación:

$$S = \frac{K \cdot (100 + a)}{100} \cdot \sum n \quad (18)$$

Donde el significado de cada variable es:

S	Sección Equivalente Necesaria en la Bandeja
K	Factor cuyo valor es 1,2 en Cables Pequeños y 1,4 en Cables de Potencia
a	Porcentaje que se quiere dejar de espacio en la Bandeja.
n	Sección

El valor de K que emplearemos será de 1,4 para cables de potencia, que son los que empleamos nosotros.

Vamos a emplear, por ejemplo, la línea que conecta el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT-3) con CGD-7. Observando la tabla hallada en el apartado “Cálculo de Secciones” podemos observar que se emplean, para la acometida A, tres conjuntos de cables unipolares de 4x150, al que hay que añadir el conductor de tierra, por lo que tendremos en definitiva que llevar por el canal 3x(4x150+1x95), y, en la acometida B, 4x240+1x120. Al ser todo cables unipolares vamos a tener 12 conductores de 150 mm², 4 de 240 mm², 1 de 120 mm² y 3 de 95 mm². Con lo que la sección de conductores completa sería:

$$\sum n = 12 \cdot 150 + 4 \cdot 240 + 3 \cdot 95 + 120 = 3165 \text{ mm}^2$$

Por ello la sección que necesitaríamos del canal sería:

$$S = \frac{1,4 \cdot (100 + 30)}{100} \cdot 3165 = 5760,3 \text{ mm}^2$$

Las canalizaciones de la empresa Pensa-Rejiband cumplen con toda la normativa necesaria, además de ser líderes en el mercado gracias a sus características.

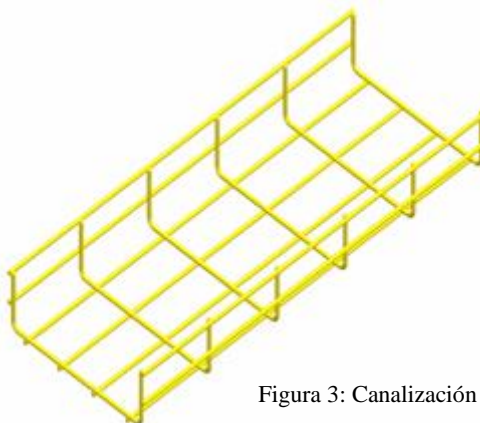


Figura 3: Canalización

Según la norma UNE-EN 61537 las bandejas rejiband serán clasificadas de la siguiente manera:

- Material: Metálico.
- Resistencia a la propagación de la llama: No propagador.
- Características de la conductividad eléctrica: Conductor.
- Material de recubrimiento: Metálico.
- Temperatura de transporte, almacenamiento, instalación y utilización: Temperatura mínima (-40°C) y temperatura máxima (+150°C).
- Resistencia al impacto: 20 Julios.

Como ya se ha mencionado anteriormente las bandejas metálicas de Rejiband tienen que estar conectadas a tierra para evitar problemas. La norma UNE anterior nos informaba de que las bandejas conducen la corriente eléctrica, característica gracias a la cual se obtiene una correcta puesta a tierra. Aunque las canalizaciones estén conectadas a tierra es importante que todos los elementos metálicos de la instalación también lo estén, para mantener la correcta seguridad de las personas.

Los grupos de conductores unipolares estarán clasificadas por ternas, donde el neutro irá situado en el centro en cada una de ellas. Las diferentes ternas irán separadas entre sí un mínimo de dos veces el diámetro del cable unipolar que la forme. Además se debe informar de que los conductores irán sujetos a la bandeja por bridas de poliamida.

Rejiband cumple correctamente la norma DIN 4102-12, según la cual se menciona la resistencia al fuego que han de tener los materiales eléctricos. Las características de las bandejas se adjudican en la homologación E90, según la cual son capaces de soportar temperaturas de 1000°C durante 90 minutos.

5. TUBOS

En cuanto a los tubos empleados para contener los conductores, tenemos que guiarnos del Reglamento Eléctrico de Baja Tensión, concretamente de la Guía Técnica 21, en la que se nos mencionan los diámetros de tubos que necesitamos según la cantidad de cableado que tengamos y su sección, además de cómo estén situados los conductores.

Según el reglamento distinguiremos cuatro tipos de tubos: rígidos, curvables, flexibles y enterrados. Los rígidos suelen emplearse en instalaciones superficiales y sus curvas se hacen mediante accesorios específicos. Los curvables adquieren un grado de flexibilidad aunque no están preparados para trabajar en movimiento de manera continua. Los flexibles están preparados para realizar a lo largo de su vida numerosas maniobras de movimiento de manera que pueda realizar muchas operaciones de flexión.

Como hemos mencionado en instalaciones superficiales o en canalizaciones fijas de superficie se emplearán habitualmente tubos rígidos y, en menor medida, tubos curvables. Los tubos en canalizaciones empotradas pueden ser rígidos, curvables o flexibles. En caso de tubos al aire se emplean principalmente tubos flexibles. Por último, en canalizaciones enterradas se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 50086 2-4.

El diámetro interior del tubo a colocar en cada situación vendrá dado por una tabla en la ITC-21 del Reglamento Eléctrico de Baja Tensión. Cada tipo de montaje tendrá un diámetro específico para un número de conductores dado.

Algunas imágenes de los diferentes tubos que encontraremos son las siguientes:



Figura 4: Tubos Rígidos

Tubos Rígidos

Empleados principalmente en canalizaciones superficiales y en zonas donde se requieran altas prestaciones mecánicas.

Tubos Flexibles

Fabricados con poliamida y empleados en aplicaciones industriales y maquinaria.

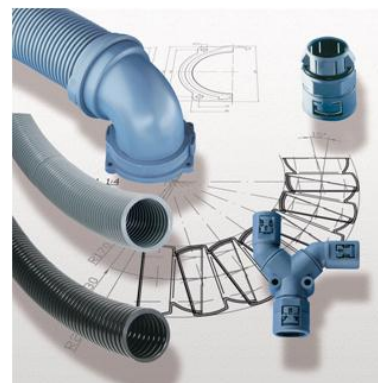


Figura 5: Tubos Flexibles



Figura 6: Tubos Curvables

Tubos Libre de Halógenos

Tubos con ausencia de elementos halógenos para aplicaciones donde se requieran altos grados de seguridad. Existen tanto tubos corrugados como rígidos libre de halógenos.



Figura 7: Tubos Curvables

Para el montaje de los diferentes tipos de tubos se debe cumplir con las especificaciones mencionadas en la ITC-21 del REBT.

En nuestra instalación simplemente emplearemos tubos en las derivaciones que provienen de los cuadros secundarios, y que alimentarán tomas de iluminación, fuerza, informática, usos médicos...

Para la realización de dicha instalación final, nos guiaremos por la ITC-25 del Reglamento Eléctrico de Baja Tensión donde se nos especificarán las secciones de los conductores y de los tubos que tendrán que emplearse. Se explicará con mayor detenimiento en un capítulo posterior.

6. PROTECCIONES

El objetivo de las protecciones es evitar o limitar las consecuencias destructivas o peligrosas que puedan provocar las corrientes excesivas que se puedan producir por sobrecargas y defectos de aislamiento. Este defecto puede poner en peligro a personas y animales e incluso a los propios componentes de la instalación, sobre todo a equipos electrónicos que son más sensibles a las corrientes que perciben.

En nuestra instalación deberemos realizar medidas protectoras adecuadas de manera que los posibles problemas que puedan suceder en nuestra instalación no lleguen a elementos externos como puede ser un centro de transformación cercano, donde si se produjese un gran fallo podríamos dejar sin alimentación a un buen número de clientes. O incluso para que se desconecte una parte de nuestra instalación sin poner en peligro al conjunto completo.

Comenzaremos explicando los dispositivos necesarios destinados a protección, para posteriormente mostrar los elegidos en el caso de nuestra instalación.

Aparato	Aislamiento	Control				Protección eléctrica		
		Funcional	Conmutación de emergencia	Parada de emergencia (mecánica)	Conmutación para mantenimiento mecánico	Sobrecarga	Cortocircuito	Diferencial
Aislante (o seccionador) ⁽⁴⁾	■							
Interruptor ⁽¹⁾	■	■	■ (1)	■ (1) (2)	■			
Dispositivo diferencial (interruptor automático de corriente residual) ⁽⁵⁾	■	■	■ (1)	■ (1) (2)	■			■
Interruptor seccionador	■	■	■ (1)	■ (1) (2)	■			
Contacto		■	■ (1)	■ (1) (2)	■	■ (3)		
Interruptor bistable (telerruptor)		■	■ (1)		■			
Fusible	■					■	■	
Interruptor automático ⁽⁵⁾		■	■ (1)	■ (1) (2)	■	■	■	
Seccionador de interruptor automático ⁽⁵⁾	■	■	■ (1)	■ (1) (2)	■	■	■	
Interruptor automático residual y de sobrecorriente (RCBO) ⁽⁵⁾	■	■	■ (1)	■ (1) (2)	■	■	■	■
Punto de instalación (principio general)	Origen de cada circuito	Todos los puntos donde por razones operativas puede ser necesario detener el proceso	Por lo general, en el circuito de entrada a cada cuadro de distribución	En el punto de suministro de cada máquina y/o en la máquina en cuestión	En el punto de suministro de cada máquina	Origen de cada circuito	Origen de cada circuito	Origen de los circuitos donde el sistema de conexión a tierra resulta adecuado, TN-S, IT, TT

(1) Cuando se proporciona un corte de todos los conductores activos.

(2) Puede ser necesario mantener el suministro a un sistema de frenado.

(3) Si está asociado a un relé térmico (la combinación se suele denominar un "discontactor").

(4) En algunos países es obligatorio instalar un seccionador con contactos visibles en el origen de una instalación de baja tensión suministrada directamente desde un transformador de alta tensión/baja tensión.

(5) Determinada apartada resulta adecuada para fines de aislamiento (p. ej., los interruptores automáticos de corriente residual según IEC 1008) sin estar marcados explícitamente como tal.

Tabla 25: Protecciones y Funcionalidades

En la tabla anterior podemos observar la diferente aparamenta de protección y sus características.

6.1. Tipos de Protecciones

Interruptor Automático

Protección empleada principalmente para evitar la propagación de sobrecargas (sobrecorrientes) y corrientes de cortocircuito. Está regido por la norma UNE-EN 60947-2/A1:1999.

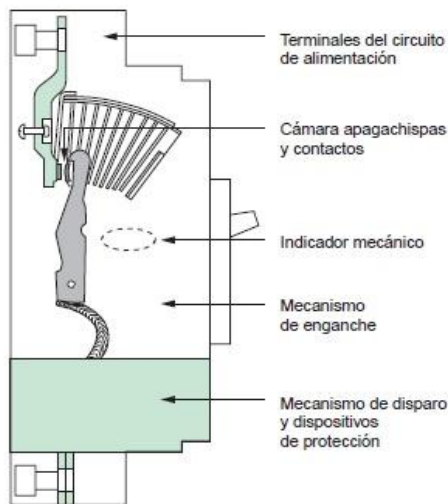


Figura 8: Interruptor Automático

Cuenta con unos componentes de corte móviles y fijos además de una cámara apagachispas. El mecanismo de enganche abre al detectar corrientes anormales. Este mecanismo está conectado a una maneta encargada de accionar el mecanismo de disparo. Este dispositivo accionador puede ser magnetotérmico, en el que una pletina bimetalica que se acciona térmicamente detecta la sobrecarga. Las condiciones de cortocircuito son detectadas por un percutor electromagnético que entra en funcionamiento a esos niveles de corriente. También puede accionarse el mecanismo por un relé electrónico que se accione desde transformadores de corriente instalados en las fases.

Los principales valores característicos de estas protecciones son:

- Tensión Nominal: Tensión a la que funciona el interruptor automático.
- Corriente Nominal: Corriente máxima que el interruptor puede transportar indefinidamente. Al superarse dicho valor el interruptor se accionará.
- Márgenes de ajuste de corriente de disparo para sobrecargas y para cortocircuitos: Este margen nos permitirá reducir la corriente a la que se accione el interruptor.
- Poder de corte de corriente de cortocircuito: Valor más alto de corriente que el interruptor podrá cortar sin sufrir daños.

La elección del interruptor automático se realizará una vez dispongamos del conocimiento previo de la instalación. Para ello se calculará la corriente que circulará por los conductores, una vez conocida la carga (potencia) que tendremos en el punto seleccionado. También ha de conocerse la corriente admisible por nuestros conductores, una vez elegida la sección que pueda transmitir la corriente calculada. Esta corriente se observará en el reglamento según la disposición de cables y la sección, aplicando posteriormente los factores de corrección que pueden afectar el transporte de corriente como puede ser la temperatura, la resistividad térmica del terreno... Una vez conocidas ambas secciones debemos cumplir el siguiente requisito:

$$I_{circula} < I_{Nominal} < I_{admisible} \quad (19)$$

Donde la corriente nominal a la que se debe accionar el interruptor automático debe ser mayor que la corriente que circulará por la línea pero menor que la máxima que pueden soportar los conductores.

Interruptor Automático Diferencial

Existen numerosas medidas de seguridad para que no pueda existir ningún peligro hacia personas o animales cuando se acercan o tocan dispositivos metálicos que puedan estar conectados a la red. Por ello, además de las medidas aislantes de numerosos componentes como los conductores existen unos interruptores llamados diferenciales, cuyo objetivo es detectar las posibles corrientes residuales a tierra. Estos mecanismos desconectan inmediatamente la transmisión de corriente con el objetivo de evitar posibles lesiones o incluso la muerte por electrocución.

Este dispositivo funciona mediante la medida de la corriente diferencial, es decir que si la corriente que entra en el circuito es diferente a la que sale, esa corriente de defecto fluiría a tierra a través del aislamiento de defecto o la parte conectada a tierra como puede ser una persona tocando un elemento metálico del circuito.

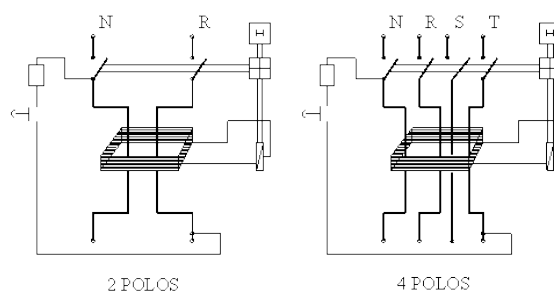


Figura 9: Interruptor Diferencial

Los valores comunes de corrientes que afectan a contactos directos son de 30mA, pudiendo ser el valor más reducido en medida que aumentemos la sensibilidad diferencial.

Las corrientes de defecto pueden ser provocadas por falta de mantenimiento y deterioro de los equipos, desgaste del aislamiento, contacto accidental, inmersión en el agua donde el aislamiento no surtiría efecto...

Interruptor Diferencial SuperInmunizado

Los interruptores diferenciales superinmunizados contienen filtros electrónicos para altas frecuencias y circuitos de acumulación de transitorios para actuar simplemente cuando exista una corriente de defecto real. Esto se debe a que los componentes electrónicos actuales, emiten en la red armónicos que podrían provocar la actuación del interruptor diferencial común. Por ello estos diferenciales deben estar situados en los puntos donde habrá tomas informáticas o donde se pueda emplear material electrónico.

Interruptor de Carga

Este interruptor se emplea para abrir o cerrar circuitos cargados en condiciones normales, para mantenimiento o por diferentes necesidades. Hay que dejar claro que no proporciona protección a los circuitos a diferencia de los interruptores automáticos o del interruptor diferencial.

Existe la posibilidad de que al mantener en tensión el circuito al realizar la apertura se produjese una corriente de cortocircuito. Por este motivo se añade a estos interruptores un índice de conexión en corriente de defecto, con lo que se asegura el cierre correcto frente a las fuerzas electromagnéticas que pueda provocar la corriente de cortocircuito. Aunque, normalmente las protecciones situadas aguas arriba serán las encargadas de solventar dicha corriente de cortocircuito.

Seccionador

Se trata de un conmutador de dos posiciones, abierto o cerrado, enclavable y que se acciona manualmente, de manera que pueda proporcionar un aislamiento seguro cuando está enclavado en la posición abierta. Sus características se encuentran reguladas en la IEC 60947-3. Hay que dejar claro que un seccionador no puede interrumpir la corriente como bien lo podría hacer un interruptor automático.

Los seccionadores en nuestro caso serán empleados en el centro de transformación.



Figura10: Seccionador

Fusible

Los fusibles actualmente se emplean para la protección de motores ya que son capaces de soportar las corrientes de arranque sin sufrir problemas, para las viviendas domésticas y para centros de transformación. Principalmente se emplearán fusibles gG que tienen capacidad de corte completa para aplicaciones generales.



Figura 11: Fusible

Esta clase de fusibles protegen contra sobrecargas (sobrecorrientes) y cortocircuitos, y están formados por un elemento “fusible” que llegará a fundirse cuando la corriente alcance el valor límite (corriente fusible). Por este motivo los fusibles sólo pueden ser empleados una vez hasta que tienen que actuar, ya que su elemento fusible quedará inservible y tendrá que ser sustituido por otro nuevo.

Para la elección de fusibles tenemos que seguir una serie de pasos. Para empezar, al igual que con los interruptores automáticos tenemos que cumplir la siguiente característica:

$$I_{adm} < I_N < I_{max} \quad (20)$$

Aunque, en el caso del fusible, tenemos que cumplir otra característica:

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_{max} \quad (21) \qquad I_2 = 1,6 \cdot I_N \quad (22)$$

Cumpliendo todas las ecuaciones lograremos la corriente nominal del fusible capaz de protegernos contra sobrecargas y cortocircuitos.

Los fusibles serán empleados en nuestra instalación de una manera muy reducida, sin embargo se presentan como el resto ya que pueden cumplir las mismas protecciones que los interruptores automáticos, aunque con el inconveniente de que, al producirse su disparo, han de ser sustituidos. En todos los circuitos del hospital se emplearán interruptores automáticos, salvo en alguna zona del Cuadro General Derivativo, donde se emplearán fusibles.

6.2. Protecciones en la Instalación

Como mencionamos anteriormente, los cuadros eléctricos de la instalación estarán diferenciados en Cuadro General de Baja Tensión, Cuadros Generales Derivativos y Cuadros Secundarios, pudiendo encontrar Tomas Eléctricas y Cuadros Secundarios especiales como el de ascensores o los de los aparcamientos. Vamos a analizar las protecciones desde el Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación 3 hasta la derivación final de los cuadros secundarios.

El Centro de Transformación 3 estará formado por tres transformadores que otorgarán alimentación a buena parte del hospital. En el Cuadro General de Baja Tensión 3 encontraremos una primera diferencia clara, una parte de nuestra instalación se alimentará simplemente de la red, mientras que otra parte contará con la posibilidad de alimentarse de un Grupo Electrónico para continuar su funcionamiento en caso de que existan problemas en la red.

Se considerarán tres acometidas diferentes que contarán con doble alimentación Red y Grupo Electrónico. Aquí localizaremos la primera protección realizada con interruptores de carga que podrán mantener la tensión dependiendo de la alimentación que se desee en el momento. Se empleará un selector mecánico donde, cuando la red funcione correctamente, el interruptor de carga permitirá conducir la corriente hacia la instalación, y, cuando la red falle, y tenga que entrar en funcionamiento el grupo electrónico, el interruptor de carga cortará la conexión de red, permitiendo otro interruptor de carga para el empleo del grupo electrónico para alimentar nuestra instalación.

Esta doble alimentación se encargará de administrar corriente a los Cuadros Generales Derivativos, además de las Tomas Eléctricas de gran potencia. Los elementos que no contarán con doble alimentación serán principalmente Tomas Eléctricas como las de aire acondicionado y cuadros secundarios como en la cafetería que no serán indispensables en el funcionamiento del hospital.

Todos los Cuadros Generales Derivativos y las Tomas Eléctricas, ya sea de doble alimentación, o sólo de alimentación de red, estarán protegidos por interruptores automáticos acorde a la corriente que circulará y la admisible, como se ha explicado anteriormente.

Todos los Cuadros Generales cuentan con interruptores de carga para poder realizar labores necesarias que necesiten interrumpir la corriente o por algunos problemas que puedan ocurrir, además, todas las Tomas Eléctricas y los Cuadros Secundarios alimentados por los Cuadros Generales Derivativos contarán con interruptores automáticos que nos protegerán de sobrecargas y corrientes de cortocircuito.

Por último tenemos las protecciones de los Cuadros Secundarios que cuentan con interruptores de carga, además de interruptores diferenciales y automáticos. Tras el interruptor de corte en carga, encontraremos interruptores diferenciales que nos

protegerán de corrientes de defecto que puedan provocar graves daños en equipos o en personas que puedan tocar elementos metálicos. También contaremos con interruptores diferenciales superinmunizados para la protección en elementos electrónicos que puedan generar armónicos a altas frecuencias y provocar cortes erróneos en los interruptores diferenciales normales. Cada interruptor diferencial, normal o superinmunizado, contará con varios interruptores automáticos aguas abajo para la protección adecuada de todos los elementos de la instalación, donde encontraremos fuerza, iluminación, informática, tomas sanitarias...

Debemos recordar que cada interruptor seleccionado debe ser capaz de soportar la corriente que circulará por los diferentes conductores, aunque deben de actuar antes de llegar a la corriente máxima admisible por la línea. Si se observan los diagramas unifilares, podremos ver que la corriente nominal de la mayor parte de los interruptores automáticos es mayor a la admisible en las líneas que tenemos, esto se debe a que se tratan de interruptores automáticos regulables, como la serie Compact de Schneider Electric, que permiten regular la corriente nominal de los dispositivos para ajustar la corriente entre la que circulará y la máxima admisible. Además los interruptores automáticos deben ser configurados para proteger contra corrientes de cortocircuito en un tiempo seleccionado, datos que han sido hallados adecuadamente en el “cálculo de líneas”.

Existen otras protecciones en el Centro de Transformación y en zonas de gran importancia como los Paneles de Aislamiento. Ambos casos se explicarán en apartados posteriores cuando se analicen ambas zonas de manera mucho más detallada.

Las protecciones seleccionadas se dispondrán en una tabla en el apartado de Cálculos Justificativos.

A continuación mostraremos un esquema para la mejor comprensión de las protecciones de la instalación:

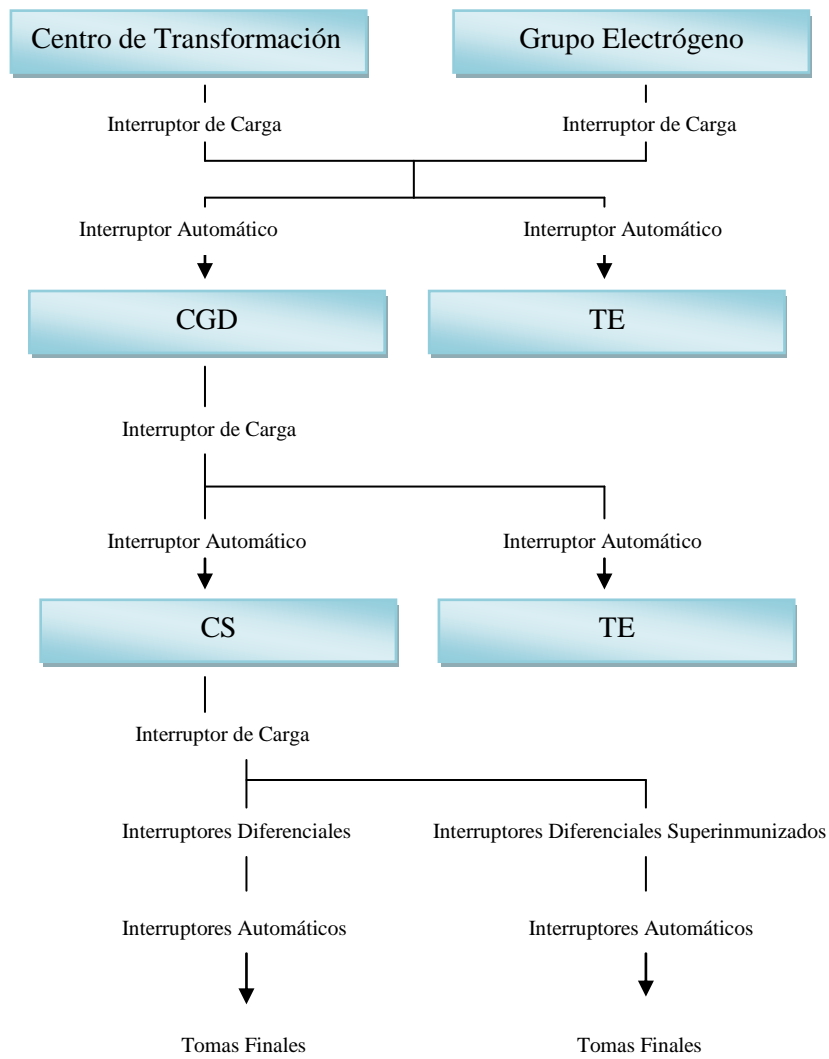


Figura 12: Esquema Protecciones

6.3. Protección e Instalación de la Derivación Final

Consideraremos derivación final a las líneas que provendrán de los cuadros secundarios y que finalizarán en tomas de alumbrado, fuerza, informática, usos médicos...

Los tipos y valores de los elementos empleados en esta derivación no se han explicado ya que el propio Reglamento Eléctrico de Baja Tensión te indica sus valores por lo que no hay que hacer el cálculo de secciones ni de protecciones.

La ITC-25 del Reglamento Eléctrico de Baja Tensión nos indica la siguiente tabla:

Círculo de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad F_s	Factor utilización F_u	Tipo de toma ⁽⁷⁾	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm ² ⁽⁵⁾	Tubo o conducto Diámetro mm ⁽³⁾
C ₁ Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽⁹⁾	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽⁸⁾	20	3	4 ⁽⁶⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C ₈ Calefacción	⁽²⁾	---	---	---	25	---	6	25
C ₉ Aire acondicionado	⁽²⁾	---	---	---	25	---	6	25
C ₁₀ Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización	⁽⁴⁾	---	---	---	10	---	1,5	16

⁽¹⁾ La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.

⁽²⁾ La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W

⁽³⁾ Diámetros externos según ITC-BT 19

⁽⁴⁾ La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W

⁽⁵⁾ Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación

⁽⁶⁾ En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm² que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm².

⁽⁷⁾ Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.

⁽⁸⁾ Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.

⁽⁹⁾ El punto de luz incluirá conductor de protección.

Tabla 26: Datos Derivación Tomas Finales

En ella podemos encontrar toda la información necesaria para llevar a cabo dicha instalación.

Debemos prestar más atención a la sección de los conductores, la dimensión de tubo a emplear, la potencia prevista por circuito y el interruptor automático.

En cuanto a la protección, en este punto es donde se emplearán interruptores diferenciales tanto normales como superinmunizados que englobarán varios interruptores automáticos cada uno. Emplearemos la sensibilidad que consideremos oportunas, principalmente 30 y 300mA.

Todos los interruptores diferenciales estarán conectados a un interruptor de corte en carga.

7. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI)

El sistema principal para alimentar la instalación del hospital será el grupo electrógeno. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, desde el momento que se detecta el fallo de la alimentación principal, hasta que el grupo electrógeno entra en funcionamiento, pasará algo de tiempo, minutos que en nuestra instalación, algunos equipos no pueden perder su funcionalidad. Además, el suministro que ofrecerá el grupo electrógeno debe estabilizarse, evitando provocar perturbaciones en los sistemas y equipos de nuestro complejo.

Por ello existe la solución de implementar equipos SAI, que administrarán tensión de manera inmediata sin perturbaciones, en el margen de tolerancias de las cargas.

Estos equipos son capaces de realizar su función gracias a la incorporación de un inversor para garantizar la magnitud entre las tolerancias mencionadas. Por ello será capaz de proporcionar una fuente de tensión alterna autónoma al emplear una batería.

El equipo completo por el que estará formada una SAI será el siguiente:

- Rectificador/cargador, que generará en corriente continua desde la alimentación de la red para cargar la batería, además de dar suministro al inversor.
- Inversor que proporcionará energía eléctrica de calidad, sin perturbación, dentro de las tolerancias indicadas.
- Batería que será capaz de suministrar tensión un tiempo suficiente de seguridad para las personas y bienes involucrados.
- Interruptor estático, que controlará la transferencia de la carga del inversor a la instalación.

Los SAI estáticos cuentan con tres tipos principalmente, según la norma IEC 62040, variando respecto unos parámetros principales:

- La energía primaria, que es la energía que transmite la compañía eléctrica principalmente.
- La energía auxiliar que sustituirá a la primaria cuando falle.
- La energía derivada que será alimentada a través de una red de apoyo.

El sistema cuenta con dos entradas, la normal recibe la energía primaria, mientras que la de apoyo recibirá la energía auxiliar, en caso de no existir estaría conectado a la primaria. La entrada de puenteo dará suministro por una red de apoyo.

Los tres tipos principales de SAI son:

- SAI en modo pasivo, donde el inversor se conecta en paralelo con la entrada de espera. Si la alimentación es normal, la carga recibe tensión a través de un filtro que eliminará algunas perturbaciones. Cuando se emplea la batería, este trabaja, junto con el inversor, para garantizar el suministro de energía.

Este tipo sólo se emplea para potencias reducidas, menores a 2kVA. No cuenta con interruptor estático real, por lo que tarda más en realizar su función, por lo que no es válido para el rendimiento necesario en sistemas más sofisticados.

Su esquema se caracteriza por la siguiente imagen:

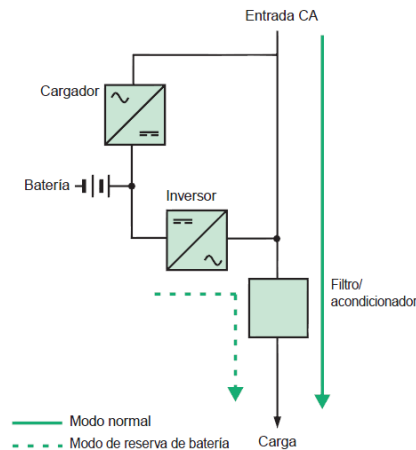


Figura 13: SAI en Modo Pasivo

- SAI en funcionamiento interactivo, donde el inversor se encuentra situado en paralelo con la entrada de corriente alterna, que en este momento también cuenta con entrada auxiliar. El inversor además cargará la batería.

En el modo normal la carga quedará alimentada por la red, otorgando una mayor estabilidad de tensión el inversor, además de cargar la batería. El modo de batería de reserva la batería, junto con el inversor, garantizarán la alimentación de la carga. En el modo de apoyo la carga recibirá el suministro de la generación de apoyo.

Sólo se suele emplear en potencias nominales bajas debido a que no permite regular la frecuencia.

Su esquema es el siguiente:

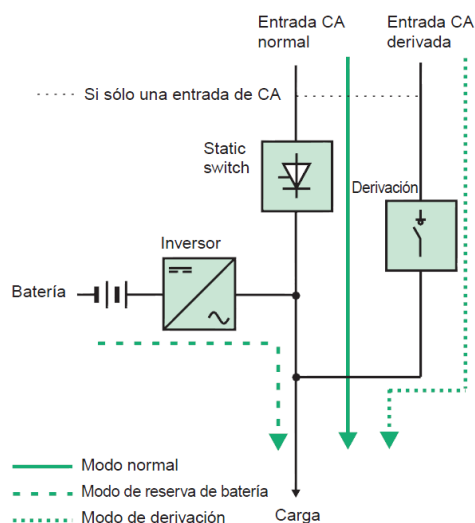


Figura 14: SAI en Funcionamiento Interactivo

- La SAI de modo doble conversión cuenta con el inversor situado en serie con la entrada de corriente alterna.

En el modo de funcionamiento normal, pasará a través de un rectificador, que cargará la batería y alimentará el inversor, que transferirá la energía, ya en corriente alterna a la carga, en definitiva, realiza una conversión CA-CC-CA. El modo de batería de reserva alimentará, junto con el inversor, la carga de manera eficiente. El modo de apoyo permite tener la posibilidad de recibir suministro de manera alterna, en caso de problemas como el fallo del SAI, que se produzcan transitorios de la corriente de carga o superemos la carga máxima. Además esta línea de apoyo podrá seleccionarse gracias a la incorporación de un interruptor manual que permitirá su cierre o apertura.

Esta SAI es la que tiene más funcionalidades, gracias a que el tiempo para transferir la carga es despreciable, y puede regular la frecuencia. Por ello este tipo se emplea para sistemas de más de 10kVA.

Su esquema característico es el siguiente:

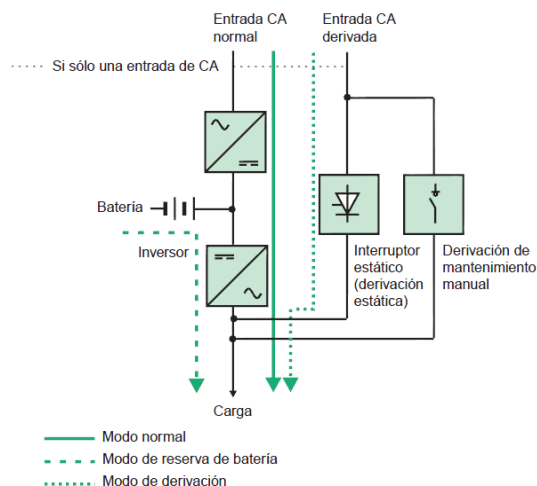


Figura 15: SAI en Modo Doble

Las baterías empleadas en estos sistemas pueden ser de plomo herméticas, de plomo abiertas o de níquel-cadmio abiertas. Dependiendo de los factores económicos o el funcionamiento de la instalación serán de un tipo o de otro. La capacidad y duración de las baterías pueden adaptarse a las necesidades de los usuarios.

El tiempo de duración de la batería, su autonomía, dependerá de la duración media de los fallos del sistema principal, del tipo de aplicación y de la potencia auxiliar. La duración habitual es de 10 a 30 minutos, aunque en el hospital se ha mencionado la necesidad de alcanzar incluso horas.

Las características principales de las baterías mencionadas se pueden observar en la siguiente tabla:

	Vida útil	Compacto	Tolerancias de temperatura de funcionamiento	Frecuencia de mantenimiento	Habitación especial	Coste
Hermética de plomo	5 o 10 años	+	+	Baja	No	Bajo
Abierta de plomo	8 o 12 años	++	++	Media	Sí	Medio
Níquel-cadmio	15 años	++	+++	Alta	No	Alto

Tabla 27: Características Baterías SAI

8. PANELES DE AISLAMIENTO (QUIRÓFANOS)

Aunque nuestra instalación cuenta con diferentes paneles de aislamiento, los quirófanos son los principales que podremos encontrar por lo que serán los que analizaremos con mayor rigor.

Los paneles de aislamiento se caracterizan por tres componentes principales:

- Un Transformador de Aislamiento, que permite separar los circuitos de entrada con el de salida, aumentando la fiabilidad eléctrica principalmente en equipos donde la pérdida de alimentación puede poner en peligro al paciente o al personal que realiza la intervención. Esta fiabilidad se debe a que la energía se transmite a través de inducción magnética, provocando que muchas de las perturbaciones eléctricas que haya anteriormente no pasen al circuito del quirófano. Además nos permite limitar las corrientes de fuga que puedan producirse. Gracias a esta limitación, los dispositivos alimentados por el transformador de aislamiento no requieren protecciones ante corrientes de fuga como los interruptores diferenciales.
- Dispositivo de Vigilancia de Aislamiento, que es el encargado de comprobar que el aislamiento se cumple en todo momento, avisando de manera visual y acústica si el aislamiento no cumple correctamente su función. Es un dispositivo que genera una fuga para comprobar si el aislamiento actúa debidamente, en caso contrario habría que realizar las reparaciones necesarias.
- Embarrados de Equipotencialidad y Puesta a Tierra, se trata comúnmente de dos pletinas de cobre donde deben conectarse todas las partes metálicas de los elementos que haya dentro del quirófano, para evitar corrientes que puedan derivarse en personas. Además ambas pletinas deben estar conectadas con un conductor de cobre con una sección de 16 mm². En nuestro caso se trata de dos pletinas de cobre de 300mm de longitud, 25mm de altura y 5mm de grosor.

Centrándonos más particularmente en los quirófanos, estos deben cumplir una serie de normativas:

- ITC-BT-38: Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención.
- ITC-BT-28: Locales de usos sanitarios.
- ITC-BT-29: Locales de riesgo de incendio o explosión.
- ITC-BT-24: Zona protegida ante contactos indirectos cuando el alumbrado esté situado a una altura inferior a 2,5 metros.
- ITC-BT-19: Aislamiento de conductores.
- ITC-BT-36: Instalaciones de Muy Baja Tensión.
- ITC-BT-05: Revisiones generales.
- UNE-20615: Transformadores de aislamiento.

La conexión general de todos los elementos de un quirófano se guía por el siguiente esquema perteneciente al Reglamento Eléctrotécnico de Baja Tensión:

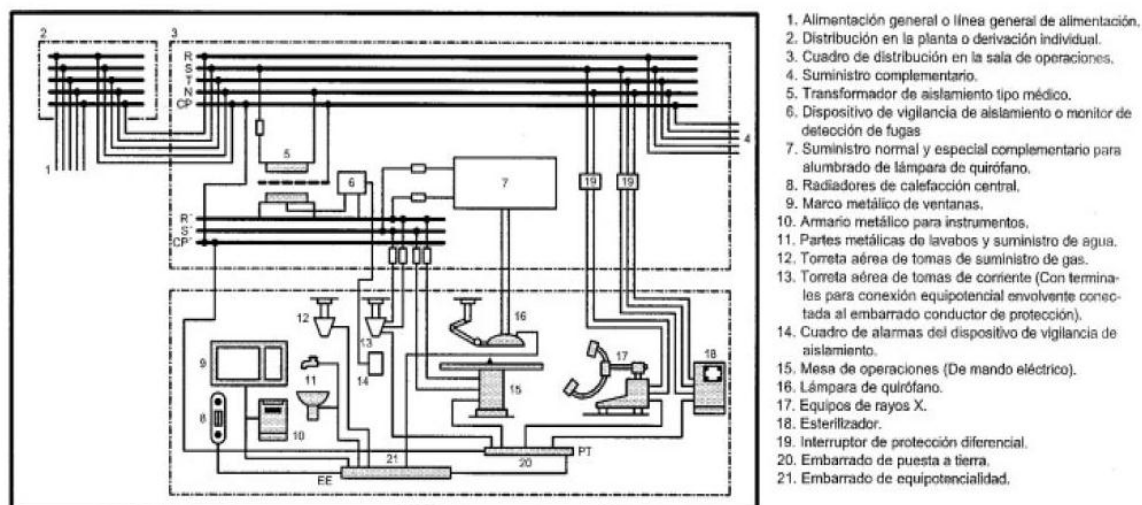


Figura 16: Esquema Quirófano

La instalación comienza con la alimentación mediante una línea trifásica con neutro y conductor de protección (tierra). La alimentación principal del quirófano se va a realizar principalmente con el transformador de aislamiento que observamos en el punto 5, que alimentará la mayor parte de la instalación.

El cuadro de mando general del quirófano se situará en el exterior de este y en él se incluirán las protecciones contra sobrecargas, el transformador de aislamiento y el sistema de vigilancia del aislamiento. Sin embargo, la alarma del sistema de vigilancia estará en el interior del quirófano para poder observarse claramente en todo momento. Los elementos que no estén alimentados mediante el transformador de aislamiento, tendrán que protegerse con un interruptor diferencial adecuado para evitar corrientes de fuga (punto 19).

Existen instalaciones que requieren una alimentación en muy baja tensión como la lámpara de quirófano. Esta alimentación se realiza en 24 voltios en corriente alterna o 50 voltios en corriente continua. La lámpara de quirófanos siempre ha de alimentarse por un transformador de aislamiento.

Aunque existe una reserva general de las instalaciones de pública concurrencia que lo llevarán a cabo los grupos electrógenos, los quirófanos requerirán el empleo de SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida), ya que en ningún momento elementos como la lámpara de quirófanos o la asistencia vital podrán estar sin alimentación. Este sistema tendrá que entrar en funcionamiento en menos de 0,5 segundos y poder permanecer en funcionamiento un periodo no inferior a dos horas. Las SAIS deben situarse en locales ventilados, además de que en nuestro caso contarán con pantallas LCD que nos permitirán conocer la autonomía de la que disponen en ese momento. Este equipo electrónico no debe generar una distorsión armónica superior al 8% en corriente y 5% en tensión.

Como podemos observar los elementos metálicos están conectados en el esquema al embarrado de equipotencialidad y a la puesta a tierra, estando además ambos embarrados conectados entre sí.

En nuestra instalación el esquema de un quirófano será de la siguiente forma:

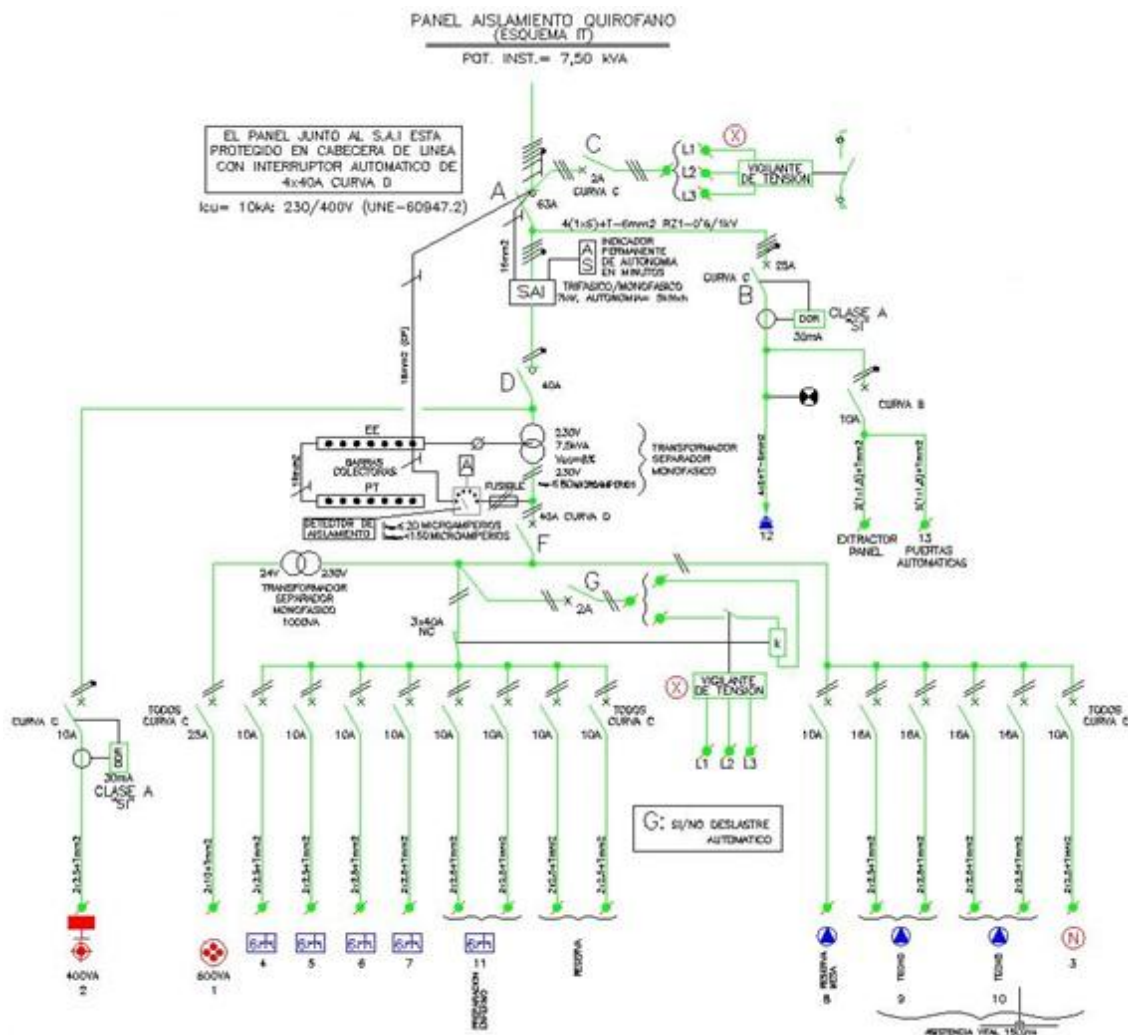


Figura 17: Esquema Quirófano Instalación

En este esquema, más técnico que el mostrado anteriormente del Reglamento Eléctrico de Baja Tensión, podemos observar algunas características mencionadas anteriormente.

Comenzamos con una línea trifásica y tenemos un vigilante de tensión para comprobar que la alimentación de la red al quirófano es la adecuada. En ese punto encontramos una alimentación, con su correspondiente interruptor diferencial a elementos externos como el extractor, las puertas automáticas o algunos enchufes.

A partir de este punto comenzará la alimentación por la SAI, como podemos observar con un indicador permanente de la autonomía. Además este es el punto donde se cambiará de alimentación trifásica a monofásica.

Aguas abajo, antes del transformador de aislamiento tenemos una conexión de alumbrado, que se corresponderá por ejemplo con la luminaria que indica no pasar al quirófano.

Tras el transformador de aislamiento comienza la alimentación general. Cuando la instalación de encuentra alimentada por la red adecuadamente, se alimentan una serie de enchufes de fuerza, algunos asignados a asistencia vital, además del transformador de aislamiento que alimenta la lámpara de quirófano. Sin embargo, podemos observar un medidor de tensión, según el cual, cuando no tengamos la alimentación general debido a algún tipo de problema, se cerrará la alimentación general de fuerza, dejando simplemente la asistencia vital, para que, en caso de requerir alimentación de las baterías de la SAI durante un largo tiempo, se emplearán simplemente los elementos absolutamente obligatorios para un menor consumo y mayor duración.

Observamos que las barras colectoras de equipotencialidad y puesta a tierra están conectadas a la tierra de la instalación en general, teniendo una conexión entre ellas con un conductor de 16 mm², y un detector de aislamiento, que estará protegido mediante un fusible.

Hay una serie de datos que se deben cumplir en cuanto a la puesta a tierra de los embarrados. Entre el embarrado de puesta a tierra de cada quirófano y las tomas de masa, es decir, los conductores de toma de tierra de los conductores de corriente, la impedancia deberá ser inferior a 0,2 Ω . La impedancia de la conexión entre el embarrado de equipotencialidad y las partes metálicas de los dispositivos no debe ser superior a 0,1 Ω .

Por último, es importante indicar las revisiones que deben pasar los elementos que conforman un quirófano para un correcto funcionamiento del mismo:

- Los dispositivos de protección y el de vigilancia de aislamiento tendrán un control semanal.
- Se realizará una prueba de continuidad y de resistencia de aislamiento a los circuitos internos del quirófano, de manera mensual.
- La ITC-BT-05 indica que se debe hacer una revisión general de la instalación de pública concurrencia cada cinco años, sin embargo, en caso de quirófanos se realizará anualmente por una empresa autorizada.

9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

9.1.Arquitectura

En la instalación completa del hospital, contamos con tres Centros de Transformación, además de un Centro de Llegada y Seccionamiento de la línea de Media Tensión. En nuestro caso analizaremos los que tendrán influencia en nuestra parte de la instalación, es decir, el Centro de Llegada y el Centro de Transformación 3.

La línea de media tensión con la que alimentaremos la instalación será de 15kV, estando la salida de los centros de transformación a una tensión de 242/420V.

Ambas instalaciones estarán formadas por celdas modulares, en cuyo interior estarán los diferentes mecanismos de maniobra o de embarrado necesarios, siempre en una atmósfera de SF6 para un mejor funcionamiento y aislamiento.

Los tres centros de transformación estarán conectados en bucle abierto. Es un sistema de conexión, cuya representación típica se puede observar en la imagen adjunta.

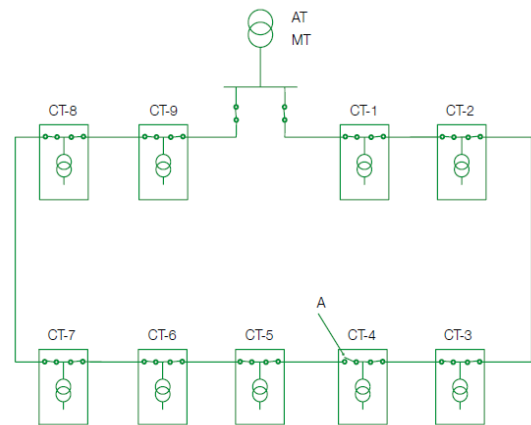


Figura 18: Conexión CT'S en Bucle

La composición, en módulos, del centro de llegada será la siguiente:

- Dos celdas, una de entrada y otra de salida para la acometida de media tensión de 15kV. Cada celda cuenta con un interruptor-seccionador de corte en carga con puesta a tierra, además de tener tres aisladores de testigo de tensión, para avisar de la circulación correcta de tensión por el módulo.
- Una celda de seccionamiento, con un interruptor-seccionador de corte en carga para separar la instalación de la compañía y del hospital.
- Una celda de remonte de barras con tres aisladores de testigo de tensión.
- Una celda de protección general de la instalación de media tensión, que cuenta con un seccionador de corte en vacío, para asegurar aislamiento una vez se corta el suministro; un interruptor automático con unidad de protección, con el objetivo de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos y aisladores de testigo de tensión.
- Una celda de medida de energía, que cuenta con transformadores de tensión e intensidad para la correcta medida de las magnitudes necesarias.
- Una celda interruptor pasante que cuenta con un interruptor-seccionador de corte en carga con puesta a tierra y tres aisladores de testigo de tensión.

- g) Dos celdas de protección y seccionamiento de la línea de media tensión. Son para la alimentación de los centros de transformación 2 y 3. Cuentan con un seccionador de corte en vacío cada una, un interruptor automático con unidad de protección y tres aisladores de testigo de tensión.
- h) Por último, una celda de protección y seccionamiento como la anterior para la alimentación del centro de transformación 1.

Existe sólo un centro de llegada. Su función principal es separar la línea de la compañía con la del cliente, proporciona protección general a los centros de transformación, además de tomar medidas para comprobar que todos los valores son correctos.

Los módulos del centro de transformación 3 son los siguientes:

- a) Dos celdas de línea con el objetivo de cerrar la conexión anillo de media tensión enlazando los centros de transformación. Cuenta con un interruptor seccionador de corte en carga, con puesta a tierra y tres aisladores de testigo de tensión.
- b) Una celda de corte general, que permitirá interrumpir el suministro de energía al centro de transformación completo. Cuenta con un interruptor seccionador de corte en carga con puesta a tierra y tres aisladores de testigo de tensión.
- c) Una celda de remonte de barras con tres aisladores de testigo de tensión.
- d) Tres celdas de protección de transformador, con los mecanismos necesarios para que no surja ningún problema en él. Cuenta con un seccionador de corte en vacío y un interruptor automático, además de tres aisladores testigo de tensión.
- e) Tres celdas de obra civil donde se almacenarán los tres transformadores de 1600 kVA cada uno. Contarán con puertas abatibles a las que no se podrá acceder cuando el transformador tenga tensión. La cerradura estará enclavada mediante llave con un interruptor automático de protección accionado por ella.

En cuanto a los transformadores, se pueden indicar las siguientes características:

- a) Encapsulados en Resina Epoxi.
- b) Tienen ventilación forzada controlada por la temperatura de los devanados.
- c) En caso de avería de un transformador, los otros dos podrían ofrecer un 20% más de rendimiento sin tener averías.
- d) Su cerramiento será como mínimo RF90.
- e) La red de tierras se realizará mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de diámetro.
- f) Cada transformador contará con una protección de tierra en su parte de alta tensión y otra para cada neutro del transformador.
- g) Se emplearán las configuraciones de UNESA.
- h) El enlace entre el electrodo y el puente de comprobación será de 0,6/1kV y 120mm².

Se incluirán medidas de seguridad para maniobras como banqueta aislante, pértiga, guantes aislantes... Se enmarcará un esquema de la instalación con los enclavamientos y maniobras permitidas, además de recomendaciones de primeros auxilios.

El centro de llegada se enlazará con el centro de transformación mediante un conductor de aluminio de 240 mm² por canales metálicos. Un circuito de 4(1x240 mm²), aislante seco y conductor RHVMV 12/20kV.

Como hemos podido comprobar, no se ha mencionado la protección ante sobrecargas y cortocircuitos del transformador mediante fusibles, sino que se realiza a través de interruptores automáticos. Esto se debe a la potencia de los Transformadores. Si la suma de potencias de los transformadores es inferior o igual a 630kVA se emplearán normalmente fusibles, mientras que en nuestro caso cada transformador cuenta con 1600kVA, con lo que podríamos alcanzar 4800kVA en total, por ello emplearemos interruptores automáticos.

Este criterio de protección no es común en todas las comunidades, aunque es el criterio más estandarizado. En algunas comunidades se emplea siempre interruptores automáticos.

Una vez mostradas las características de nuestro centro de transformación vamos a analizar más detenidamente sus componentes, así como su funcionamiento.

El centro de transformación es un conjunto de componentes que nos permitirán convertir la tensión de media tensión que nos ofrece la compañía a una tensión de baja tensión que será la necesaria para realizar nuestra instalación. En nuestro caso el centro de transformación no pertenece a la compañía, por lo que será propiedad del hospital. El centro de llegada nos limitará los elementos que son propiedad de la compañía con los que son propiedad del hospital.

El centro de transformación contará con celdas aisladas interiormente en SF₆, a una presión aproximada de 0,1bar sobre la presión atmosférica. Estas celdas son los componentes de protección, medida, embarrado... del centro de transformación, por lo que iremos indicando los circuitos que realmente tiene cada uno en su interior, así como una imagen aproximada de ellos.

Las celdas seleccionadas han sido las celdas modulares de la gama SM6 de la empresa Schneider Electric, equipadas con apartamento de alta tensión bajo una envolvente metálica, con una tensión admisible de hasta 24kV, incluso hay una versión especial de hasta 36kV. Cumpliendo una serie de normativas:

- ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

9.2.Celdas

Las principales características de las celdas, en correcto cumplimiento de las normativas son:

- Tensión Asignada: 24kV
- Tensión soportada entre fases:
 - o A frecuencia industrial (50Hz durante un minuto): 50kV
 - o A impulso tipo rayo: 125kV de cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400A
- Intensidad asignada en funciones de protección: 200A, 400A para interruptores automáticos.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16kA eficaces.
- Valor cresta de la intensidad nominal admisible: 40kA de cresta.

Debe existir señalización de la posición de interruptores y seccionadores, siendo estos últimos visibles tras visores transparentes.

El embarrado debe soportar los esfuerzos electrodinámicos necesarios que se puedan presentar.

Para lograr una mejor comprensión de los elementos internos de las celdas, mostraremos una representación esquemática de una celda “tipo”, aunque sea una celda con interruptor y fusible combinados. Su esquema interno es el siguiente:



Figura 19: Interior Celda Centro de Transformación

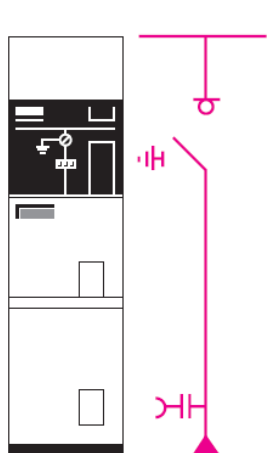
Las celdas que nos encontraremos en nuestro centro de transformación, sus esquemas y sus características son las siguientes:

Celda de llegada o salida de la línea

Como podemos observar se caracteriza simplemente por contar con el interruptor seccionador de corte en carga, aislado en SF6, con el que poder aislar los centros de transformación de la línea de la acometida. Es similar para entrada o salida de la línea. El embarrado y las conexiones se realizan al aire.

En este tipo de celda englobaríamos:

- Centro de llegada: Dos celdas de entrada y salida.
- Centro de Transformación: Dos celdas de cierre de anillo de enlace de los centros de transformación.



Sus componentes son:

- Interruptor seccionador (SF6)
- Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre
- Bornes para conexión de cable seco unipolar.
- Mando CIT Manual.
- Dispositivo de bloque de tres lámparas de presencia de tensión.
- Contactos auxiliares en el SPAR 1A+1C.
- Contactos auxiliares en interruptor seccionador 2A+2C.
- Salida inferior cable.
- Etiqueta cabina no apta.
- Enclavamiento SPAT abierto llave libre.

Figura 20: Esquema Celda Llegada

Celda de interruptor con salida lateral

Su objetivo principal es el de poder cortar la alimentación de la parte que se conectará aguas abajo. Está dotada de un interruptor automático de gran poder de corte en SF6. Está gobernada automáticamente por un relé de protección indirecta y transformadores de intensidad.

En este tipo de celda englobaríamos:

- Centro de llegada: una celda de seccionamiento, una celda de interruptor pasante, una celda de protección general, tres celdas de protección para las conexiones con los centros de transformación.
- Centro de transformación: Una celda de corte general y tres celdas de protección de transformador.

Sus componentes son:

- Interruptor automático Fluarc SF1.
- Seccionador.
- Seccionador de puesta a tierra superior sin poder de cierre (SF6).
- Mando de interruptor automático RI manual.
- Mando seccionador CS1 manual dependiente.
- Contactos auxiliares en seccionador 2A+2C.
- Contactos auxiliares en SF1 3A+4C.
- Dispositivo de bloque de presencia de tensión.
- Salida inferior de cable seco unipolar.
- Bobina de apertura a emisión de 230 V CA.
- Cajón de relé Sepam S20 alimentado a 230 V CA.
- Relé Sepam S20 con IHM avanzado.
- Módulo de comunicación ACE-949.
- Tres toroidales sobre suelo de celda T3 relación 50/1.
- Etiqueta de cabina no apta.
- Enclavamiento E21 y E4.

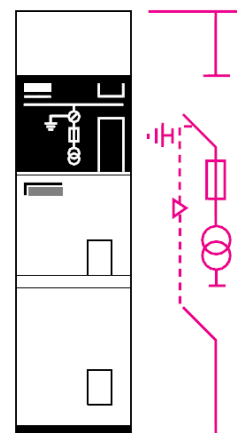


Figura 21: Esquema Celda Interruptor

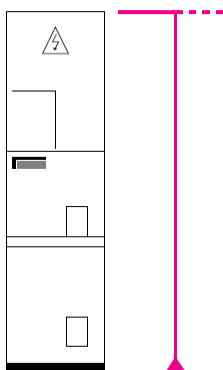
Celda de remonte de barras

Celda para realizar un remonte de cables.

En este tipo de celda englobaríamos:

- Centro de llegada: Una celda de remonte de barras.
- Centro de transformación: Una celda de remonte de barras.

Sus componentes son:



- Mando CS1 Manual dependiente.
- Contactos auxiliares en el seccionador barras 2A+2C.
- Dispositivo de bloque de presencia de tensión.
- Etiqueta de cabina no apta.
- Enclavamiento E12.

Figura 22: Esquema Celda Remonte Barras

Celda de medida

Esta celda se encarga de tomar las medidas necesarias con el empleo de transformadores de tensión y de corriente.

En este tipo de celda englobaríamos:

- Centro de llegada: Una celda de medida de energía.

Sus componentes son:

- Tres transformadores de intensidad.
- Tres transformadores de tensión.
- Bornes para conexión de cable seco unipolar.
- Salida y entrada superior por cable.
- Etiqueta de cabina no apta.

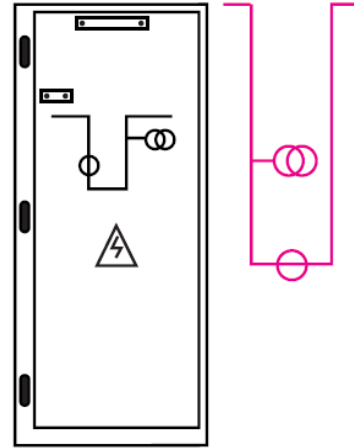


Figura 23: Esquema Celda de Medida

Faltaría por encuadrar las celdas de obra civil donde van conectados los transformadores. Aunque serán realizadas a medida para almacenarlos y realizar su conexionado.

9.3.Transformadores

Los transformadores son de tipo seco, encapsulados y moldeados al vacío con resina epoxi (termoendurecible) mezclada con una “carga activa” formada por sílice y alúmina hidratada y aditivos para endurecer y flexibilizar.

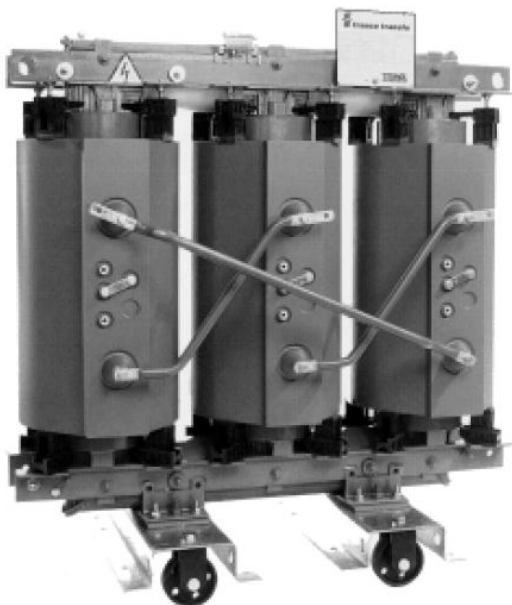


Figura 24: Transformador Seco

Sus características principales son:

- Alimentación trifásica.
- Servicio continuo.
- Instalación interior.
- Grado de protección IP-00.
- Frecuencia 50Hz.
- Refrigeración AF.
- Potencia Asignada: 1600kVA.
- Tensión más elevada para el material Lado Alta Tensión: 24kV.
- Tensión más elevada para el material Lado Baja Tensión: 1,1kV.
- Grupo de Conexión: Dyn11 (al ser superior a 160kVA).
- Clase de aislamiento a calentamiento clase F, según norma UNE 20178, 100K.

La normativa de aplicación para su construcción es la norma UNE 20178, UNE 21538, CEI 726, UNE 20182 y CEI 76.

Estos transformadores tienen ventaja e inconvenientes en comparación con los bañados en aceite. Entre sus principales ventajas destacan:

- Posee una inercia térmica elevada, por lo que al tener más masa que los similares en aceite, soporta mejor las sobrecargas de corta duración.
- Menor coste en la instalación al no necesitar depósito colector para el aceite.
- Mucho menos riesgo de incendio. Estos transformadores son autoextinguibles, además de no producir gases tóxicos o venenosos.
- Se descomponen a partir de 300°C y los humos que producen son tenues y no corrosivos.
- Ante fuego externo, la resina arde a 350°C, produciendo una llama muy débil y que se extinguirá en 12 segundos una vez se elimine el foco.
- Diseño muy compacto, a prueba de vibraciones.
- Posee una gran resistencia al cortocircuito, debido al encapsulado que rodea los conductores, provocando una gran resistencia a los esfuerzos electrodinámicos.
- Mantenimiento reducido.
- Facilidad de instalación, simplemente necesidad de proteger los contactos.

Entre sus desventajas podemos encontrar:

- Mayor coste general que el de aceite, aproximadamente el doble.
- Mayor nivel de ruido.
- Menor resistencia a posibles sobretensiones que puedan producirse.
- Mayores pérdidas en vacío.
- No son adecuados para instalaciones en interperie, ni en ambientes contaminados.

Proceso de Fabricación

- Circuito Magnético

Se realiza con chapa magnética laminada en frío de grano orientado con bajas pérdidas, recubierta por una fina capa de aislamiento inorgánico. La sección es idéntica para las columnas y las culatas, dando como resultado bajas pérdidas en vacío. Las columnas y culatas se zunchan con cinta especial aislante con el objetivo de obtener un conjunto compacto y con baja vibración. Finalmente se aplica a toda la superficie exterior una gruesa capa de resina, que asegura un bajo nivel de ruido y evita la oxidación.

- Bobinado de Baja Tensión

Realizado con conductor en forma de banda desnuda, empleando un aislante entre capas impregnado en resina epoxi, que cuando se polimeriza une los conductores entre sí, proporcionando gran resistencia a los esfuerzos. Se pueden colocar cables axiales para la refrigeración para evitar la presencia de puntos calientes. Finalmente la bobina se impregna en resina epoxi, que al polimerizar ofrece gran resistencia contra la humedad.

- Bobinado de Alta Tensión

Se realiza con conductores de banda desnuda o de hilo esmaltado. Se realizan formando una bobina tras de otra en forma de “galletas”, situando aislamientos entre sus capas.

- Encapsulado

Se ha empleado resina epoxi clase térmica F. En el encapsulado se emplean cuatro componentes principales; la resina epoxi, la carga, el endurecedor y el colorante. El proceso de encapsulado se realiza de manera automática. La mezcla de componente se desgasifica en vacío antes de introducirlos a los moldes.

- Elementos Estructurales

Se emplean perfiles de acero y vigas de apriete como bastidores y para el transporte. Se emplean apoyos de material resiliente entre el circuito magnético y la estructura, y entre los bobinados y las piezas de apoyo para evitar las posibles vibraciones.

- Conexiones

Los terminales de alta se sitúan frente al transformador y los de baja en la parte superior. Los de alta tensión están formados por cobre estañado con un agujero de 14mm de diámetro. Los de baja son en forma de pala con dos o más agujeros de 14mm de diámetro.

Características Eléctricas

- Potencia: 1600kVA.
- Pérdidas en el vacío: 3100W.
- Pérdidas en carga a 120°C: 18kW.
- Tensión de Cortocircuito a 120°C: 6%.
- Rendimiento con factor de potencia 1: 98,91%.
- Rendimiento con factor de potencia 0,8: 98,64%.
- Caída de Tensión a plena carga con factor de potencia 1: 1,08V
- Caída de tensión a plena carga con factor de potencia 0,8: 4,44V.
- Nivel de ruido: 79dB.

Ensayos

Se han realizado los siguientes ensayos de rutina a los transformadores:

- Medida de la resistencia de los arrollamientos.
- Medida de la relación de transformación y verificación de acoplamiento.
- Medida de la tensión de cortocircuito.
- Medida de las pérdidas debido a la carga.
- Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío.
- Ensayos dieléctricos de tensión aplicada.
- Ensayo dieléctrico de tensión inducida.
- Medida de descargas parciales.

De manera adicional, se podrá pedir al fabricante que realice los siguientes ensayos:

- Ensayo de calentamiento.
- Ensayo con impulso tipo rayo.
- Medida del nivel de ruido.

9.4. Gas Hexafluoruro de Azufre SF₆

Este gas es el empleado en la actualidad más comúnmente para el aislamiento eléctrico, principalmente en celdas de centros de transformación o en subestaciones blindadas. Sus principales características son las siguientes:

- Gas inodoro, no tóxico e inflamable.
- Asfixiante y con color característico.
- Es un gas cinco veces más pesado que el aire.
- Cuenta con excelentes capacidades dieléctricas, su rigidez dieléctrica es en torno a 2,5 o 3 veces la del aire. Sin embargo, al aumentar la presión adquiere una mayor rigidez dieléctrica, por lo que, en subestaciones, se presuriza hasta 5 o 6 bares.
- Se emplea también como aislante en transformadores de potencia e instrumentación, conductos de barras, condensadores...
- Posee baja temperatura de ionización y alta energía de disgregación con lo que posee grandes cualidades para interrumpir el arco.
- En definitiva es un gas inerte con grandes propiedades de aislamiento, además de gran estabilidad térmica y química. Por ello se emplea en alta y media tensión con un rendimiento y una fiabilidad muy altos.

Comúnmente se emplea en interruptores. Cuando el gas se ioniza se vuelve plasma conductor, con lo que previene la aparición de pequeñas sobrecorrientes. Además tiene un rápido restablecimiento del aislamiento. Estos interruptores tienen una gran vida útil, aproximadamente de 20 años, además de no producir escapes de gases a la atmósfera. Su elevada conductividad térmica permite un tiempo de apagado del arco eléctrico 170 veces menor que en el aire.

El mayor inconveniente de este gas es su gran capacidad de contaminación, es 24000 veces más contaminante que el dióxido de carbono con la misma cantidad de gas. Sin embargo sus emisiones son prácticamente nulas en comparación con el dióxido de carbono.

El empleo de este gas en los elementos eléctricos permite que sea reciclado y reutilizado, por lo que su contribución al calentamiento global es simplemente de un 0,07%.

En caso de producirse un arco o elevadas temperaturas puede producir gases tóxicos como el SO₂, SOF₂, HF, SO₄..., estos pueden ser muy corrosivos en presencia de humedad, aunque se producen en muy bajas concentraciones por lo que no hay riesgo para la salud.

Se debe seguir una gran precisión y limpieza en el montaje para reducir la presencia de humedad en el interior. Además de reducir las posibles fugas que pudieran existir y no contribuir al ya existente efecto invernadero.

9.5. Puesta a Tierra del Centro de Transformación

El centro de transformación debe tener al menos una protección de tierra (puesta a tierra de protección) o dos si se va a conectar el neutro de los transformadores y otros elementos (puesta a tierra de servicio) a tierra como es nuestro caso.

Según la ITC-13 RAT se deben conectar los siguientes elementos en ambos casos de tierras:

- Puesta a tierra de protección:
 - Chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
 - Envoltorios de los conjuntos de armarios metálicos.
 - Puertas metálicas de locales.
 - Vallas y cercas metálicas.
 - Columnas, soportes, pórticos, etc.
 - Estructuras y armaduras metálicas de edificios que contengan instalaciones de tensión.
 - Blindajes metálicos de los cables.
 - Tuberías y conductos metálicos.
 - Carcasas de transformadores, motores, generadores y otras máquinas.
 - Hilos de guarda y cables de tierra de líneas aéreas.
- Puesta a tierra de servicio:
 - Neutros de los transformadores, en instalaciones que lo precisen de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
 - Neutro de los alternadores y otros aparatos que lo necesiten.
 - Circuitos de baja tensión de transformadores de medida.
 - Limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos para sobretensiones.
 - Elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

La puesta a tierra de protección se realiza habitualmente con cable de 50 mm² de cobre desnudo conectado a todas las masas metálicas que no estén en tensión.

La puesta a tierra del servicio o neutro será en un circuito independiente de 50 mm² de cobre desnudo conectado a los elementos nombrados anteriormente.

El cálculo de puesta a tierra se dispondrá en el apartado de Cálculos Justificativos de la Memoria.

9.6. Accesibilidad en el Centro de Transformación

Las compañías eléctricas podrán exigir unas condiciones, de las cuales algunas están normalizadas en la ITC-19 del Reglamento de Alta Tensión:

- Deben tener acceso al centro de medida para poder tomar lectura de los contadores, incluso algunas compañías exigen poder tomar la lectura sin entrar al recinto.
- También en el centro de medida deberán poder comprobar la medida de Media Tensión, además de poder comprobar los sistemas de protección.
- Los elementos de maniobra del Centro de Transformación deben tener acceso desde una vía pública, sin restricciones.
- Para la instalación del centro o posibles averías, debe haber facilidad de acceso para las personas cualificadas y los vehículos.
- El punto de conexión de acceso a la red debe situarse alejado de zonas corrosivas, fluidos combustibles...
- Se debe evitar situar el centro de transformación en zonas con condiciones climatológicas adversas.
- Algunas compañías pueden promover nuevas exigencias, siempre que sean coherentes con el Reglamento.

9.7. Alumbrado

En el interior del local donde vaya a estar situado el centro de transformación, y los grupos electrógenos, como en nuestro caso, se debe proporcionar iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del centro. Para ello será necesario el empleo de un mínimo de dos puntos de luz capaces de otorgar un valor medio de 150 luxes.

Estos puntos de luz deberán estar colocados sobre soportes rígidos y orientados de manera que ofrezcan la mayor uniformidad posible en el local. También se debe contar con que muchas luminarias deberán ser cambiadas en algún momento, por lo que para este proceso no tiene que ser necesario el contacto con ningún elemento en tensión.

Será necesario también el empleo de iluminación de emergencia en el que se observen los accesos al centro de transformación.

9.8.Ventilación

En los centros de transformación en interior, en algún tipo de local, se debe diseñar la ventilación que va a tener el recinto, en función de una serie de parámetros, aunque el principal es la temperatura.

Para una buena ventilación se debe evitar calentamientos excesivos, por lo que debe haber entradas de aire adecuadas en las zonas inferiores y salidas en las superiores. Este es el caso para ventilación natural. Nuestro centro de transformación cuenta con ventilación forzada en los transformadores, para controlar su calentamiento. Gracias a esta ventilación, se logrará que los transformadores trabajen a una menor temperatura, con lo que la vida de estos se prolongará.

Los huecos existentes en el recinto para la ventilación han de estar correctamente diseñados y protegidos para que no pueda acceder desde el exterior ningún tipo de animal, material metálico o, incluso, humedad que pueda dañar el centro de transformación.

9.9.Sistema Protección contra Incendios

En cuanto a la protección contra incendios debemos tener en cuenta las condiciones que nos informa el RAT (Reglamento de Alta Tensión).

- Debemos idear las protecciones con el pensamiento de que el fuego se pueda propagar hacia el exterior, hacia otras instalaciones y provoque daños a terceros.
- Debe haber ausencia de personal cuando la instalación se encuentre en funcionamiento.
- Tanto los materiales del recinto como los conductores deben ser principalmente resistentes al fuego y no propagadores de la llama.

En caso de transformadores de aceite mineral, así como de dieléctricos inflamables, deben tomarse medidas más rigurosas para combatir la posibilidad de propagación de incendio.

Se deberá disponer como mínimo de un extintor de eficacia 89B.

10. GRUPO ELECTRÓGENO

10.1. Características y Componentes Generales

El Grupo Electrónico es un elemento indispensable para un local o edificio de pública concurrencia como un hospital. Es importante debido a que numerosos elementos de la instalación no pueden quedarse sin energía eléctrica durante mucho tiempo. Debido a ello la potencia de los grupos electrónicos debe ser suficiente para abastecer los elementos indispensables de la instalación.

En algunas zonas se han incorporado SAIs, ya mencionadas anteriormente, que actuarán, como mínimo durante dos horas para que se cumpla en grandes dimensiones el tiempo que el grupo electrónico tarda en ser arrancado y estabilizado para abastecer las instalaciones necesarias.

Contaremos con dos grupos electrónicos formados por un motor diesel y un generador de corriente alterna con neutro. El motor diesel será el encargado de proporcionar energía mecánica al alternador. Mediante el empleo de combustible proporcionará una carga que provocará que el alternador transforme dicha energía mecánica en energía eléctrica.

Cada grupo electrónico contará con una potencia aparente de 1320kVA si actuamos en régimen continuo y 1455kVA si actuamos en régimen de emergencia.

Los datos del motor diesel son:

- Potencia Neta: Mayor o igual a 1110kW en régimen continuo y mayor o igual a 1210kW cada uno en régimen de emergencia.
- Velocidad: La velocidad de giro será de 1500 rpm.
- Regulador de Velocidad: Electrónico
- Refrigeración: Agua en un radiador que se enfría mediante un ventilador que alimenta el propio motor.
- Sistema de Arranque: Motor eléctrico de 24 voltios en corriente continua.
- Cuenta con baterías de acumuladores que serán cargadas por el alternador.
- Sensor de temperatura del líquido refrigerante.
- Medida de presión de aceite.
- Parada con el empleo de un electroimán.
- Cilindrada: 16 cilindros en V con capacidad para cada cilindro de 65.37 litros.

El generador o alternador cuenta con las siguientes características:

- Tipo Alimentación: Trifásico.
- Número de Polos: 4.
- Tipo: Síncrono

- Autorregulado y autoexcitado sin anillos ni escobillas.
- Conexión: Yd (Estrella-Triángulo) con neutro accesible.
- Regulación Tensión: Tensión constante con regulación electrónica.
- Potencia Aparente: 1325kVA en régimen continuo y 1460kVA en régimen de emergencia.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Tensión: 3x242/420V
- Aislamiento: Clase H
- Grado de Protección: IP 21

Los grupos electrógenos cuentan, además del motor y alternador principales, con los siguientes componentes:

- Motor de Arranque Eléctrico a 24V para el Motor

Pequeño motor encargado de iniciar el arranque del motor principal, una vez iniciado, con el combustible seguirá funcionando de manera autónoma.

- Regulador de Velocidad del Motor

Dependiendo de la potencia que se requiera, habrá que regular la velocidad del motor para ajustarse a esa demanda.

- Control de Parada Manual

En caso de avería del sistema automático, siempre ha de existir un elemento manual para la interrupción de la interconexión.

- Filtro de Aceite

Elimina impurezas del aceite para mantener un correcto funcionamiento.

- Respiradero de Aire del Cáster

Necesario para la expulsión de gases del cárter.

- Sistema de Seguridad

Su labor es la de detener en caso de bajada de presión del aceite o subida de la temperatura del líquido de refrigeración.

- Sistema de Refrigeración

Movido principalmente por una bomba centrífuga y una caja de termostatos que incluye radiador con ventilador.

- Calderín

Es el encargado de realizar los ajustes de paro del motor, con la resistencia de calefacción del líquido refrigerante.

- Acoplamiento

Situado entre el motor y el alternador mediante monopalier directo con discos de acero flexible abulonados.

- Cuadro de Control

Es el encargado de control a distancia, se dispone de salida RS-232. La instalación de los cuadros de control podrá ser sobre el grupo o por separado. Principalmente está formado por una chapa de acero protegida de la oxidación y pintada al horno.

Se accederá a él frontalmente y tendrá bornes de conexión en la parte inferior. Tendrá incorporado un interruptor automático de protección de 4x2500A para la línea de potencia y detectores de ausencia de tensión de red.

En dicho cuadro quedarán instaladas todas las alarmas de parada de grupo, las señalizaciones y los parámetros eléctricos de la red y del generador.

- Cargador Batería de Acumuladores

Tiene la función de mantener las baterías en un estado óptimo, por suministro auxiliar de red o por suministro del generador. Todo este proceso se controla electrónicamente.

- Batería de Acumuladores

Se compone de dos baterías de plomo ácido, capaces de soportar cinco maniobras de arranque consecutivas. Estarán protegidas contra corrosión e instaladas en soportes de fijación regulable.

- Almacenamiento del combustible

El depósito de combustible mantendrá una autonomía para el grupo de 8 horas. Incluirá alarmas indicando bajo nivel de gasoil, tapón atmosférico, bomba, conexiones para llenado y una llave de paso para la toma de combustible. Suele ir colocado en el lateral del grupo.

- Bancada

La bancada soporta el peso del grupo completo, además de asegurar la correcta alineación que debe existir entre el motor y el alternador, necesario para el buen funcionamiento del grupo.

- Antivibratorios

Se instalan en la parte inferior de la bancada, apoyando esta en el suelo. De esta manera aíslan las posibles vibraciones que puedan existir.

- Tuberías de gases de escape

Están compuestas principalmente por un colector y un silenciador con atenuador de - 30dB. Se emplearán tuberías y bridas que adaptarán estos elementos al motor y a las chimeneas.

- Cuadro de Acoplamiento

Se instalará en nuestro caso al contar con dos grupos electrógenos en paralelo. Se situará uno en cada grupo electrógeno, contando con interruptores automáticos de protección, sistema de sincronismo, control y mando de maniobra.

- Silenciosos de Relajación para la Entrada y Salida de Aire

Se emplean principalmente para evitar la transmisión de ruidos al exterior, por los huecos destinados a la ventilación. Los datos de máximo nivel de ruido los proporciona la Comunidad Autónoma o Ayuntamiento pertinente.

En la siguiente imagen podremos observar algunas de las partes mencionadas anteriormente:

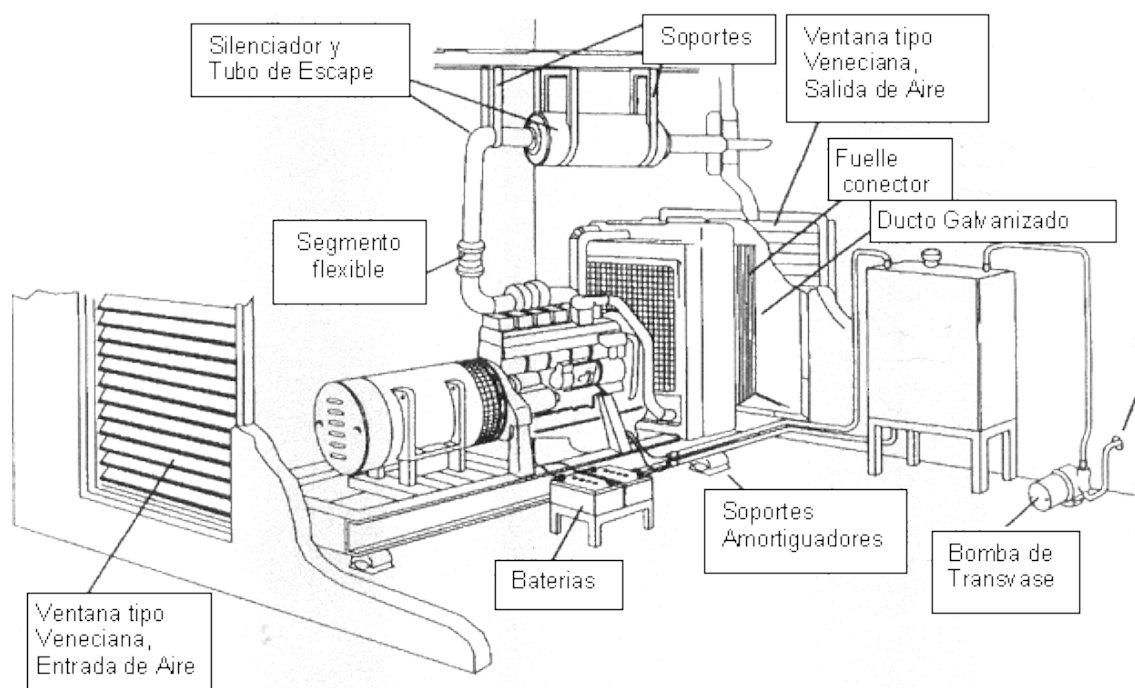


Figura 25: Esquema Recinto Grupo Electrónico

10.2. Instalación en Paralelo

En nuestro caso se ha realizado una conexión en paralelo de dos grupos electrógenos idénticos. Para que la generación de los grupos en paralelo sea adecuada, esos deben tener la misma carga y estar bien sincronizados, misma frecuencia y tensión. Esta sincronización la llevará a cabo el regulador de cada grupo, una vez los parámetros son correctos, se puede realizar la conexión. El esquema del funcionamiento de los grupos electrógenos cuando administran carga es el siguiente:

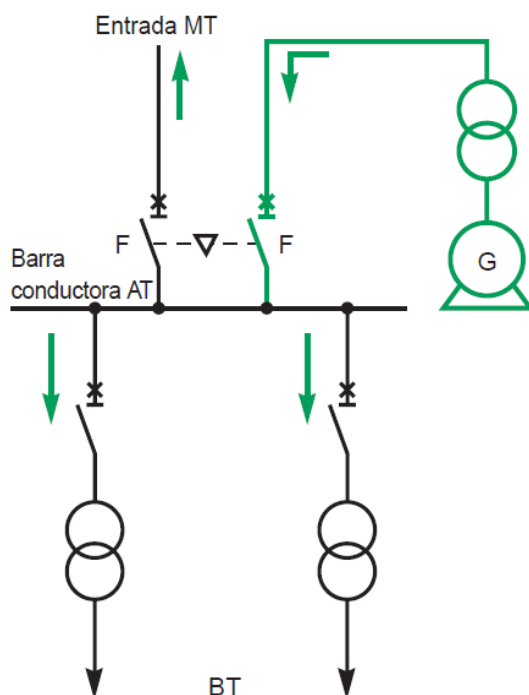


Figura 26: Esquema Conexión Paralelo Grupos Electrógenos

El funcionamiento puede ser de las dos siguientes maneras:

- Modo Automático

Uno de los grupos electrógenos actúa como grupo líder, para realizar el acoplamiento correcto entre ambos. Esta condición de líder la tendrá la que sea capaz de realizar primero su conexión con el cuadro de acoplamiento.

- Modo Manual

En este caso podemos emplearlas incluso por separado, de manera que si existe una avería en alguno de los grupos, el otro pueda actuar correctamente, ofreciendo suministro.

10.3.Grupo Electrónico Elegido

Un ejemplo de Grupo Electrónico que cumpliría correctamente los requisitos de potencia que queremos es Modelo EMO-1500 de la empresa ElectraMolins.



Figura 27: Grupo Electrónico

Esta imagen ya representa el conjunto completo motor y alternador. En este caso el grupo electrónico soporta una potencia en régimen continuo de 1350 kVA y en régimen de emergencia soporta 1500 kVA, datos ligeramente superiores a los que necesitamos.

Sus principales características son las siguientes:

MODELO: EMO-1500	
FORMA CONSTRUCTIVA: FIJO O AUTOMÁTICO	
Tipo de cuadro de control	AUT-MP12
Motor diesel	PERKINS 4012-46TWG3A
Alternador	LEROY SOMER LSA 502 L8
Potencia Máxima en servicio de emergencia por fallo de red (Potencia LTP "Limited Time Power" de la norma ISO 8528-1)	1.500 kVA 1.200 kW
Potencia en servicio principal (Potencia PRP "Prime Power" de la norma ISO 8528-1)	1.350 kVA 1.080 kW
Intensidad en servicio de emergencia por fallo de red	2.165 A
Tensión Trifásica	400 V
Precisión de la tensión en régimen permanente	±0,5%
Frecuencia	50 Hz
Regulador de velocidad	Electrónico
Variación de la frecuencia en régimen permanente	±0,5%
MEDIDAS	
Largo	5.330 mm
Ancho	1.800 mm
Alto	2.360 mm
Peso sin combustible	10.630 Kg
Capacidad del depósito de combustible	3.000 l (Opcional)
Primer escalón de carga admisible	721 kW
Nivel sonoro medio a 1 m del grupo en sala no reverberante (El ruido en una sala "normal" aumenta de 3 a 5 dB por la reverberación)	108 dBA
Nivel sonoro a 1m del tubo de escape sin silenciador	120 dBA

Tabla 28: Datos Característicos Grupo Electrónico

Normalmente los grupos electrógenos se insonorizan debido a que producen un alto nivel de ruido, por ello los recintos en los que se sitúan están insonorizados, además de emplear elementos como el silenciador de escape de gases y de entrada de aire para dicha reducción.

El esquema de un grupo electrógeno en un recinto insonorizado con los componentes necesarios para cumplirla es el siguiente:

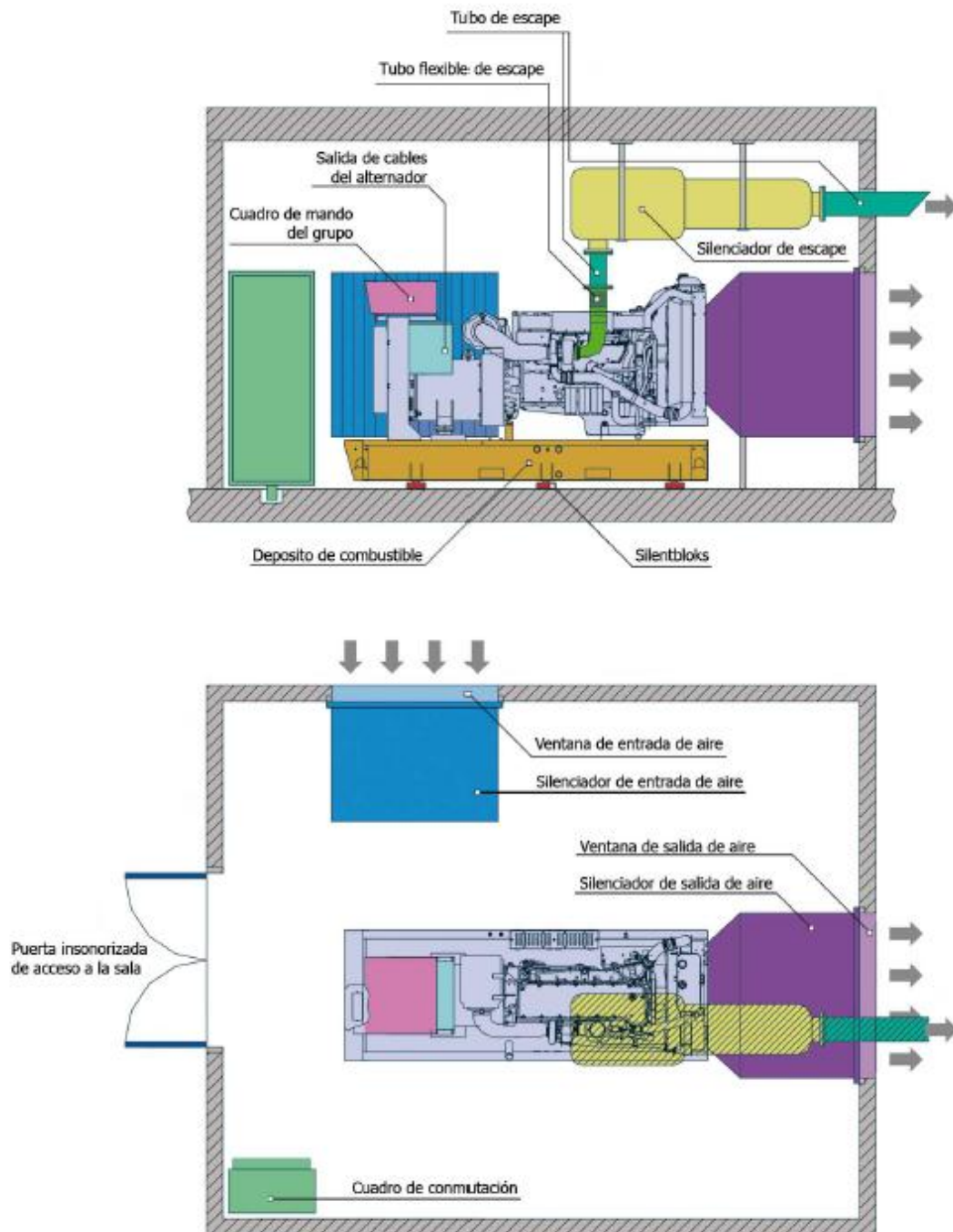


Figura 28: Recinto Insonorizado Grupo Electrógeno

11.PUESTA A TIERRA

11.1.Puesta a Tierra de la Instalación de Baja Tensión

El objetivo de la puesta a tierra es drenar las corrientes que puedan derivarse debido a las tensiones que puedan llegar a adquirir las masas metálicas. Estas corrientes pueden producirse por fallo de aislamiento, sobrecargas o sobretensiones. Por ello con la puesta a tierra se garantiza la actuación de protecciones así como la disminución del riesgo de avería en los materiales empleados.

Se concibe como la conexión metálica sin fusibles ni protecciones, de una sección suficiente, entre elementos o partes de la instalación y electrodos enterrados en el suelo. Cuyo objetivo es que en el conjunto de instalaciones no existan diferencias de potencial importantes, permitiendo el paso a tierra de las corrientes de falta.

Las instalaciones de tierra están formadas por tomas de tierra, líneas principales de tierra, derivaciones de las líneas principales de tierra y los conductores de protección. En la siguiente imagen podemos observarlos, así como los componentes de las tomas de tierra:

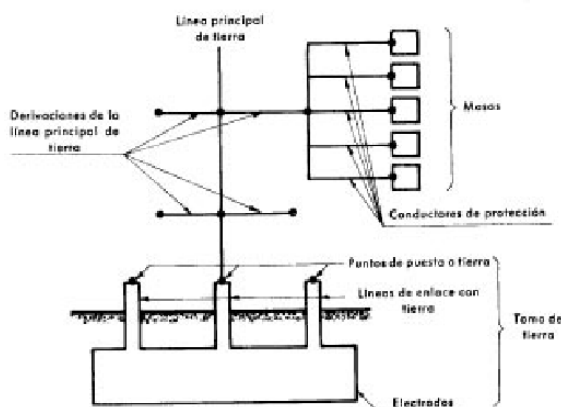


Figura 29: Esquema Puesta a Tierra

las líneas principales de puesta a tierra de la instalación.

Las tomas de tierra estarán formadas por electrodos, que son elementos metálicos que facilitarán la circulación de las corrientes de defecto, enterrados en el suelo. También contaremos con la línea de enlace a tierra que unirán al electrodo con los puntos de puesta a tierra. Finalmente los puntos de puesta a tierra sobresaldrán del suelo y serán los elementos donde se conectarán

Las líneas principales de tierra son las líneas conectadas con los puntos de tierra pero que no estarán conectadas directamente a masas metálicas. Podrán existir derivaciones de las líneas principales de tierra si se necesita abarcar una amplia zona. Finalmente los conductores de protección, como se puede ver en la imagen, serán los que estarán conectados a las masas y a las derivaciones o a la línea principal de tierra.

El circuito o circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua eléctricamente en la que no se incluirán en serie masas ni elementos metálicos, sino que siempre se realizará mediante derivaciones.

Los electrodos pueden ser de origen natural o artificial. Aunque se emplearán principalmente los de origen artificial, un electrodo de origen natural supondrán,

siempre que cumpla su función adecuadamente, un ahorro económico y una reducción de la dificultad de elaboración de la instalación de puesta a tierra.

Los electrodos artificiales suelen ser simples, constituidos por tubos, placas, cables... o dichos elementos formando anillos o mallas metálicas. Serán de materiales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno, como el cobre o el hierro galvanizado. Se debe cumplir que la sección del electrodo no debe ser inferior a la cuarta parte de la sección del conductor que constituya la línea principal de tierra.

El electrodo se dimensionará de forma que la resistencia de tierra no sea mayor del valor especificado para ella, de manera que los valores de tensión de contacto que puedan darse no sean superiores a 24V en locales y a 50V en el resto de casos.

Los conductores que formarán parte de la línea principal de tierra y sus derivaciones serán de cobre o de otro elemento con un punto elevado de fusión, y su sección debe cumplir los siguientes requisitos:

- La máxima corriente de falta que pueda circular no debe acercar la temperatura a la de fusión, ni poner en peligro empalmes o conexiones con un tiempo previsible de duración de la falta.
- Los conductores no podrán ser inferiores a 16 mm² de sección para las líneas principales, ni de 35 mm² de sección para las líneas de enlace con tierra.

El tendido de los conductores se llevará a cabo intentando que el recorrido que realice el conductor sea lo más corto posible, además de no tener cambios bruscos en su dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y deben estar protegidos ante corrosión y desgaste mecánico.

Se prohíbe interrumpir los circuitos de tierra con seccionadores, fusibles o interruptores, simplemente existirán un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, para poder medir la resistencia de la toma de tierra.

Es muy importante que exista una separación de las tomas de tierra de las masas de la instalación y de la toma de tierra del centro de transformación hallada anteriormente, esta distancia será normalmente mínimo de unos 15 metros.

Se deberá realizar revisión de las instalaciones de puesta a tierra antes de comenzar su funcionamiento, midiendo la resistencia de puesta a tierra y reparando los problemas que se encuentren. Además se llevará una revisión crónica de, al menos, una vez cada cinco años.

Nuestra instalación cuenta con cinco puestas a tierra independientes. Hay que conectar los elementos metálicos de media tensión a tierra, en el centro de transformación, ya comentado anteriormente. También se ha mencionado que los neutros de los transformadores tendrán su propia conexión a tierra. Además, como se ha explicado en la parte superior, la instalación de baja tensión ha de tener una instalación de puesta a

tierra. Se conectará a tierra la estructura del edificio y, por último, las autoválvulas (pararrayos) y descargadores se conectarán también a tierra.

11.2. Esquemas de Puesta a Tierra

El sistema de puesta a tierra adoptado por la instalación será TN-S. Aunque existen otros tipos que explicaremos para comprender la diferencia, y la elección final de este tipo de conexión a tierra.

11.2.1. Esquema TT

Se conecta a tierra el neutro del transformador. Además de todas las partes conductoras accesibles de la instalación que contarán con una toma de tierra independiente. Sus características principales son:

- Esquema más sencillo de diseñar y de llevar a cabo. Se emplea en instalaciones suministradas directamente por la red pública en distribución de baja tensión.
- No necesita una supervisión continua, aunque se pueden revisar periódicamente los interruptores diferenciales.
- La protección se garantiza por el empleo de equipos especiales como los interruptores diferenciales, que además evitan el riesgo de incendio si están regulados a menos de 500mA.
- Un fallo de aislamiento provoca que se corte el suministro eléctrico. Pero mediante el uso de interruptores diferenciales en serio o en paralelo se podrá realizar continuar la alimentación mediante otros circuitos.
- Las cargas que provocan corrientes de fuga en funcionamiento normal requieren medidas para evitar disparos, por ejemplo transformadores de aislamiento.

Su esquema es el siguiente:

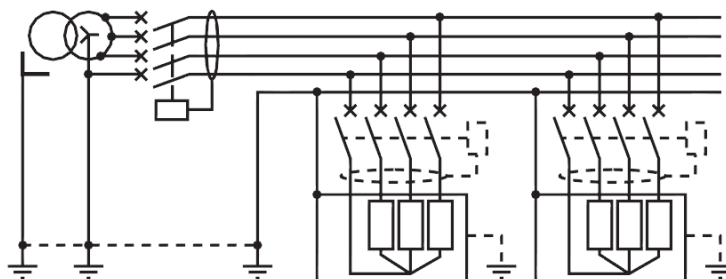


Figura 30: Esquema Sistema PAT TT

11.2.2. Esquema TN

TN-C

Se caracteriza principalmente porque el conductor de neutro de la instalación se emplea también como conductor de protección. No se puede emplear con conductores menores de 10mm². Requiere un entorno equipotencial, ya que al ser también neutro el conductor puede transmitir corrientes con desequilibrios de fases o corrientes armónicas de tercer orden.

TN-S

Obligatorio para conductores inferiores a 10mm². En él el conductor de neutro y de protección son diferentes. Las características principales de los esquemas TN son:

- Requiere instalación de electrodos a intervalos regulares en toda la instalación.
- Hay que comprobar inicialmente el disparo eficaz al producirse el primer defecto de aislamiento.
- Requiere experiencia cualificada para su diseño y llevarlo a cabo.
- Puede causar, por defectos de aislamiento, daños graves en los devanados de máquinas giratorias.
- En zonas de alto riesgo de incendio, puede existir mayor riesgo al contar con corrientes de defecto más altas.

Particularmente, el esquema TN-C cuenta con las siguientes características:

- Más económico al eliminar un conductor.
- Requiere conductores rígidos y fijos.
- Prohibido en instalaciones con riesgo de incendio y para equipos informáticos.

El esquema TN-S presenta las siguientes características propias:

- Puede emplear conductores flexibles y pequeños.
- Proporcionar una protección limpia, gracias a la separación del neutro y el conductor de protección.

Sus esquemas son los siguientes:

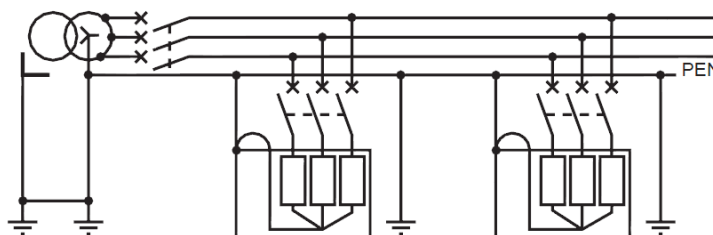


Figura 31: Esquema Sistema PAT TN-C

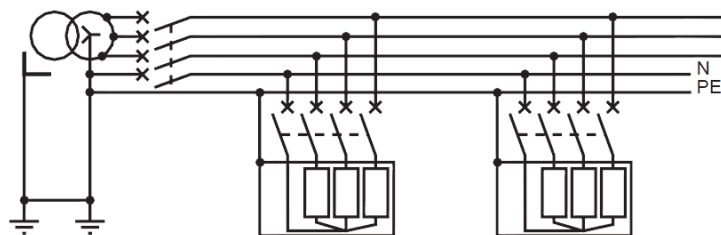


Figura 32: Esquema Sistema PAT TN-S

11.2.3. Esquema IT

No se realiza conexión entre el neutro del transformador y tierra. Las partes accesibles de la instalación se conectan a tierra. Además también puede situarse una impedancia en la conexión a tierra del secundario del transformador de varios miles de ohmios. Sus principales características son:

- Mejor continuidad de servicio durante el funcionamiento.
- Al indicar le primer defecto a tierra, se previenen cortes de suministro.
- En emplea en instalaciones con un transformador privado de media tensión/baja tensión o baja tensión/baja tensión.
- Necesario personal especializado para su mantenimiento y explotación.
- Necesario un alto nivel de aislamiento de la red.

Su esquema es el siguiente:

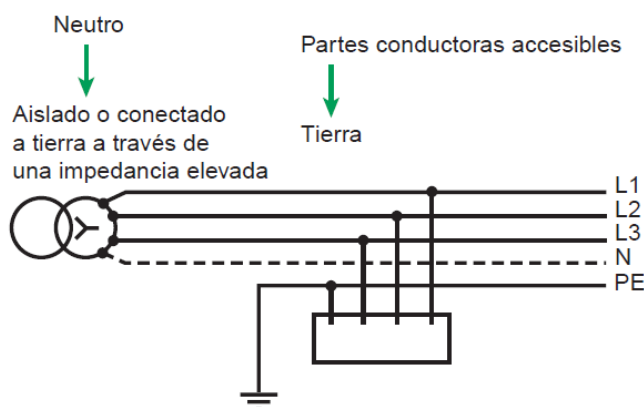


Figura 33: Esquema Sistema PAT IT

La siguiente tabla muestra las características y ventajas e inconvenientes principales:

Tipo de montaje	Sistema IT	Sistema TT	Sistema TN
Funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> ■ Señaliz. del primer defecto de aislamiento ■ Localizac. y eliminación del primer defecto ■ Desconex. en el segundo defecto de aislam. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Desconexión en el primer defecto de aislamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Desconexión en el primer defecto de aislamiento
Técnicas para la protección de personas	<ul style="list-style-type: none"> ■ Interconexión y conexión a tierra de piezas conductoras ■ Supervisión del primer defecto mediante un dispositivo de control de aislamiento (IMD) ■ El segundo defecto provoca la interrupción del circuito (interruptor automático o fusible) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conexión a tierra de piezas conduc. combinada con el uso de RCD ■ El primer defecto de aislamiento provoca la interrupción al detectar corrientes de fugas 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Interconexión y conexión a tierra de piezas conductoras e imperativo neutro ■ El primer defecto de aislamiento provoca la interrupción al detectar sobretensiones (interruptor automático o fusible)
Ventajas e inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> ■ Soluciones que ofrecen la mejor continuidad del servicio (se indica el primer defecto) ■ Requiere personal de supervisión competente (localización del primer defecto) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Es la solución más sencilla en términos de diseño e instalación ■ No se requiere dispositivo de control de aislamiento (IMD) ■ No obstante, cada defecto provoca la interrupción del circuito afectado 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Solución económ. en términos de instalación ■ Diseño complejo (cálculo de las impedancias de bucle) ■ Se requiere personal cualificado para su funcionamiento ■ Flujo de corrientes de defecto elevadas

Tabla 29: Características SPAT

Finalmente la selección en el edificio será el esquema TN-S, aunque existe la posibilidad de seleccionarlo TT.

La conexión a tierra de la estructura del edificio, unirá las armaduras metálicas de los pilares entre sí, empleando un conductor de cobre de 50 mm² y enterrado 50 cm en el suelo. Para realizar la conexión de las armaduras y los conductores emplearemos soldadura aluminotérmica.

Para lograr una mejor puesta a tierra se ha empleado conductor de 35 mm² para enlazar todas las picas de puesta a tierra empleadas en la distribución de alumbrado, con el objetivo de lograr un valor de puesta a tierra completo de la instalación inferior a 1Ω.

Todo el enlace entre los electrodos de puesta a tierra se llevará a cabo mediante conductor 0,6/1kV.

Aparte de la conexión TN-S, se podrá optar por la configuración TT. Sin embargo, el sistema TN-S tiene algunas ventajas, ya que no es necesario emplear interruptores diferenciales hasta la salida de cuadros secundarios, ya que con una correcta configuración de la selectividad de disparo de los Interruptores automáticos, cubriremos la protección de la instalación, al conectar los neutros entre sí. Además este tipo de conexión permite reducir las activaciones de interruptores diferenciales (normalmente de 30mA). Todo debido a la impedancia prácticamente nula a tierra del sistema TN-S.

12.ANEXO A ALUMBRADO

12.1.Introducción

La iluminación en ambientes de trabajo como es el caso de este hospital debe cumplir una serie de prestaciones:

- Confort Visual: Donde trabajadores y, sobre todo, enfermos alcancen un estado de bienestar, que suavice y mejor la estancia en el centro.
- Prestaciones Visuales: Aunque haya que garantizar un confort visual, se debe mantener una calidad visual necesaria para llevar a cabo adecuadamente las labores médicas pertinentes en el hospital.
- Seguridad: Dependiendo de las diferentes zonas de hospital, se debe adoptar por un alumbrado específico para garantizar la seguridad en todo momento.

Deberemos de cumplir los siguientes parámetros para alcanzar una instalación adecuada de iluminación:

- Iluminancia Media (Em): Se debe alcanzar un valor medio mínimo en cada sala del hospital.
- Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR): Nos indican los valores mínimos que no se deben superar para que el alumbrado no deslumbre a las personas que puedan encontrarse en la sala.
- Índice de Rendimiento Cromático (Ra): Dependiendo de la luminaria obtendremos un índice de rendimiento lumínico diferente. A mayor valor, más cercanía con la luz natural.
- Uniformidad: La uniformidad se calcula con la división de la iluminancia mínima de la sala y la iluminancia media. Su valor, de manera general, debe ser mayor al 40%. Aunque en algunas ocasiones puede ser mayor o menor.
- Valor de Eficiencia Energética (VEEI): Se calcula multiplicando la potencia de las luminarias (incluyendo el equipo auxiliar) por cien, y dividiendo entre la superficie del local en metros cuadrados y la iluminancia media en luxes. El resultado se ofrece en W/m² por cada 100 lux.

En una instalación hospitalaria, como es nuestro caso, se deben cumplir las prestaciones comentadas anteriormente siempre con un grado de eficiencia energética elevado, por lo que se deben instalar luminarias con alta eficacia luminosa, que empleen equipos de bajo consumo. Además siempre debemos apoyarnos en los sistemas de regulación y control para mantener siempre el nivel adecuado para el enfermo. Se estima que los hospitales pueden ahorrar con las tecnologías actuales hasta un 30% de su consumo lo que implicaría un ahorro de 180.000 toneladas de dióxido de carbono anuales.

Con un ambiente lumínico más hogareño, el paciente adquiere mayor bienestar y, por consiguiente, una temprana recuperación. Por ello se tendrán en cuenta diferentes iluminaciones dentro de un mismo recinto, como puede ser la habitación de un enfermo.

Los valores de las magnitudes mencionadas anteriormente que se deben cumplir vienen definidos por la norma UNE-EN 12464-1 sobre iluminación de interiores. Estos datos son los siguientes:

TIPO INTERIOR, TAREA y ACTIVIDAD	Em (Lux)	UGR _L	Ra	OBSERVACIONES y PARTICULARIDADES
CANTINAS Y CAFETERÍAS	200	22	80	
SALAS DE DESCANSO	100	22	80	
SALAS PARA EJERCICIO FÍSICO	300	22	80	
VESTUARIOS Y SALAS DE LAVADO	200	25	80	
ENFERMERÍA	500	19	80	
ALMACENES Y CUARTO DE ALMACEN	100	25	60	
MANIPULACIÓN DE PAQUETES Y EXPEDICIÓN	300	25	60	
SALAS DE MÁQUINAS	200	25	80	
APARCAMIENTO RAMPAS ACCESO (DE DÍA)	300	25	60	ILUMINANCIA EN EL SUELO
APARCAMIENTO RAMPAS ACCESO (DE NOCHE)	75	25	60	ILUMINANCIA EN EL SUELO
APARCAMIENTO CALLES DE CIRCULACIÓN	75	25	60	ILUMINANCIA EN EL SUELO
APARCAMIENTO ÁREA DE APARCAMIENTO	75	-	60	ILUMINANCIA EN EL SUELO
APARCAMIENTO CAJA	300	19	80	
AULAS DE ENSEÑANZA	300	19	80	
AULAS DE PRÁCTICAS Y LABORATORIOS	500	19	80	
BIBLIOTECA: ESTANTERÍAS	200	19	80	
BIBLIOTECA: LECTURA	500	19	80	
COCINA	500	22	80	
SALAS DE ESPERA	200	22	80	ILUMINANCIA EN EL SUELO
PASILLOS CIRCULACIÓN GENERAL DURANTE EL DÍA	150	22	80	ILUMINANCIA EN EL SUELO
PASILLOS CIRCULACIÓN GENERAL DURANTE LA NOCHE	50	22	80	ILUMINANCIA EN EL SUELO
SALAS DE DÍA	200	22	80	
PASILLOS SERVICIO UNIDAD FUNCIONAL	150	22	80	ILUMINANCIA EN EL SUELO
OFICINA DE PERSONAL	500	19	80	ILUMINANCIA EN PLANO DE TRABAJO
HABITACIÓN ENFERMO ALUMBRADO GENERAL	100	19	80	ILUMINANCIA EN EL SUELO
HABITACIÓN ENFERMO ALUMBRADO LECTURA	300	19	80	ILUMINANCIA EN PLANO DE TRABAJO
HABITACIÓN ENFERMO ALUMBRADO EXÁMEN	300	19	80	ILUMINANCIA EN PLANO DE TRABAJO
SALAS EXÁMEN Y TRATAMIENTO (CURAS)	1000	19	80	ILUMINANCIA EN PLANO DE TRABAJO
ALUMBRADO NOCTURNO HABITACIÓN ENFERMO	5	-	80	
CUARTOS DE BAÑO PACIENTES	200	22	80	
SALAS EXÁMEN ALUMBRADO GENERAL	500	19	80	
SALAS EXÁMEN ALUMBRADO TRATAMIENTO	1000	19	100	
SALAS EXÁMEN OCULAR ALUMBRADO GENERAL	300	19	80	
SALAS EXÁMEN OCULAR EXTERNO	1000	-	90	PROPIO DEL EQUIPO DE EXPLORACIÓN
SALAS EXÁMEN OCULAR LECTURA Y CROMÁTICA	500	16	100	
SALAS EXÁMEN AUDITIVO ALUMBRADO GENERAL	300	19	100	
SALAS EXÁMEN AUDITIVO (EXPLORACIÓN)	1000	-	90	PROPIO DEL EQUIPO DE EXPLORACIÓN
SALAS DE ESCANER ALUMBRADO GENERAL	300	19	100	REGULABLE CONTÍNUO
SALAS DE ESCANER CON IMÁGENES Y TV	50	19	80	
SALAS DE PARTO ALUMBRADO GENERAL	300	19	80	
SALAS DE PARTO EXÁMEN Y TRATAMIENTO	1000	19	100	REGULABLE CONTÍNUO
SALAS DE TRATAMIENTO: DÍALISIS	500	19	80	
SALAS DE TRATAMIENTO: DERMATOLOGÍA	500	19	100	REGULABLE CONTÍNUO
SALAS DE TRATAMIENTO: ENDOSCOPIAS	300	19	100	REGULABLE CONTÍNUO
SALAS DE TRATAMIENTO: YESOS	500	19	80	
SALAS DE TRATAMIENTO: BAÑOS MÉDICOS	300	19	80	
SALAS DE TRATAMIENTO: MASAJE Y RADIOTERAPIA	300	19	100	REGULABLE CONTÍNUO
SALAS PREOPERATORIAS Y RECUPERACIÓN	1000	19	100	REGULABLE CONTÍNUO
SALAS DE OPERACIÓN	1000	19	80	REGULABLE CONTÍNUO
QUIRÓFANOS ALUMBRADO OPERACIÓN	10.000	-	100	REGULABLE CONTÍNUO
U.C.I. ALUMBRADO GENERAL	100.000	19	80	ILUMINANCIA EN EL SUELO
U.C.I. EXÁMENES SIMPLES	300	19	100	ILUMINANCIA A NIVEL DE CAMA
U.C.I. EXÁMEN Y TRATAMIENTO	1000	19	100	ILUMINANCIA A NIVEL DE CAMA (REGULABLE)
VIGILANCIA NOCTURNA	20	19	100	
DENTISTA ALUMBRADO GENERAL	500	19	80	LIBRE DE DESILUMBRAMIENTO PARA EL PACIENTE
DENTISTA EN EL PACIENTE	1000	-	100	PROPIO DEL EQUIPAMIENTO
DENTISTA QUIRÓFANO	5000	-	100	PROPIO DEL EQUIPAMIENTO
DENTISTA EMPAREJADO DEL BLANCO DENTAL	5000	-	100	PROPIO DEL EQUIPAMIENTO
LABORATORIOS Y FARMACIA ALUMBRADO GENERAL	500	19	80	
LABORATORIOS Y FARMACIA INSPECCIÓN COLORES	1000	19	100	REGULABLE CONTÍNUO
SALAS DE ESTERILIZACIÓN	300	22	80	
SALAS DE DESINFECCIÓN	300	22	80	
SALAS DE AUTOPSIAS ALUMBRADO GENERAL	500	19	80	
ASEO GENERAL	200	25	80	
MESA DE AUTOPSIAS Y DISECCIÓN	5000	-	90	

Tabla 30: Valores Magnitudes Luminotécnicas

En cuanto al valor de eficiencia energética (VEEI), viene dado por el Documento Básico HE 3 del Código Técnico de Edificación. Los principales valores que debemos respetar son:

Zona de Actividad Diferenciada	VEEI Límite
Administrativo	3,5
Sala de Diagnóstico	3,5
Laboratorio	4
Habitación de Hospital	4,5
Zonas Comunes	4,5
Almacenes, Salas Técnicas	5
Aparcamientos	5

Tabla 31: Valores VEEI Límite

Las luminarias que se van a emplear son principalmente de fluorescencia, tanto lineal como compacta, y también en menor medida se emplearán luminarias con lámparas halógenas.

Las salas características que se van a analizar serán:

- Planta Baja
 - Sala Personal
 - Grupo Admisión – Se corresponde con Sala de Exámenes Simples.
 - Biblioteca – Se corresponde con Sala de Lectura.
 - Habitación General – Hay que cumplir diferentes condiciones, en una parte Alumbrado General, Alumbrado de Lectura, Alumbrado de Tratamiento y Alumbrado de Baño. Todo en la misma sala.
 - Habitación Enfermería – Hay que cumplir las condiciones de Alumbrado General, Alumbrado Exámenes Simples y Alumbrado de Lectura.
 - Pasillo Enfermería – Se analiza Pasillo durante el Día.
- Planta Primera
 - Aseo
 - Unidad de Cuidados Intensivos – Mismas condiciones que Habitación de Enfermo General.
- Planta Segunda
 - Quirófano
 - Sala Preoperatoria
- Planta Sótano 2
 - Sala Escáner o Radiodiagnóstico

Nota: En las habitaciones, donde deben cumplirse varias condiciones, la uniformidad no se ha considerado, debido a la diferencia de iluminancia en las diferentes partes de la habitación. En el gráfico de curvas isolux puede apreciarse que los valores se cumplen adecuadamente.

Los cálculos luminotécnicos de las zonas “tipo” seleccionadas estarán realizados y justificados en el apartado de Cálculos Justificativos posterior. Un ejemplo del resultado de la iluminación con todo el mobiliario incluido, podría ser el siguiente de la habitación general de enfermo:



Figura 34: Renderizado Habitación General

12.2. Información Lámparas Halógenas

Las lámparas halógenas tienen un gas halógeno, como el yodo, el cloro, el bromo... añadido al gas de relleno de la lámpara de incandescencia, con el objetivo de evitar el oscurecimiento de la lámpara, al no evaporarse las partículas de wolframio. El compuesto formado por el halógeno y el wolframio se mantiene como gas, lo que provoca que se acerque al filamento de wolframio, y que, debido a la temperatura de dicho filamento, se vuelva a depositar en él, sin provocar el oscurecimiento de las lámparas incandescentes, y provocando un ciclo regenerativo.

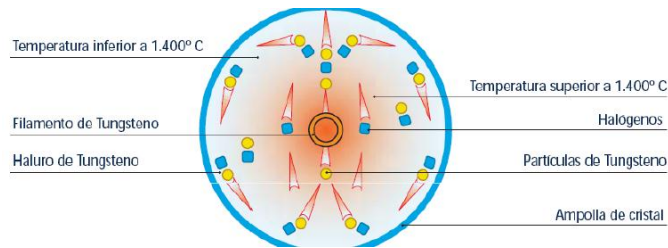


Figura 35: Esquema Ciclo Regenerativo

Al requerir más temperatura, son más pequeñas. Su envoltura está hecha de vidrio de cuarzo. Sus principales ventajas son la durabilidad, una mayor eficiencia luminosa, menor tamaño, mayor temperatura de color y casi ninguna depreciación luminosa en el tiempo.

12.3. Información Lámparas Fluorescentes

Son lámparas de descarga de vapor de mercurio a baja presión. La luz se produce por polvos fluorescentes que emiten energía ultravioleta por la descarga.

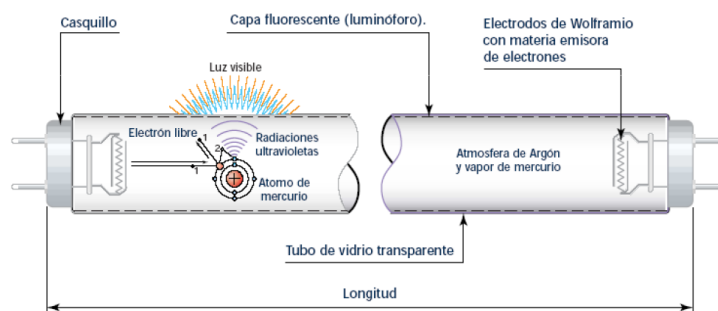


Figura 36: Esquema Lámpara Fluorescente

La ampolla está fabricada mediante vidrio cal-soda con óxido de hierro para controlar la transmisión de radiación ultravioleta de onda corta. El tipo de componente fluorescente será el que fije el color (por su temperatura), el índice de reproducción de color (IRC) y la eficiencia luminosa. Los electrodos transmiten la energía eléctrica a la lámpara y mantienen la descarga de electrones. Los electrodos se precalientan antes del encendido. El gas de relleno es una mezcla de vapor de mercurio saturado y un gas inerte amortiguador como el argón.

12.4. Luminarias Empleadas

Como bien hemos mencionado anteriormente hemos empleado luminarias de fluorescencia y halógenas. Estas luminarias provienen de diversos fabricantes, algunos nacionales como Screenluz, de donde optaremos por las luminarias de fluorescencia, salvo downlights, y algunos extranjeros como Havells Sylvania, de donde emplearemos downlights y halógenos y Lamp Lighting para la luminaria de cabecero de cama.

A continuación se detallarán las características principales de las luminarias más empleadas:

a) Luminarias Halógenas

- Halógeno 50W Instar Classic Havells Sylvania (Ref. 3020390).



Figura 37: Halógeno 50W

Luminaria halógena para lámpara cool de 35 o 50W. Con efecto de destello y Accesorio de Cristal Decorativo. Su protección ante influencias externas es IP23.

HavellsSylvania 3020390 Instar Classic 55/70 Flush QR-CB51 50W 38 degree
 N° de artículo: 3020390
 Flujo luminoso de las luminarias: 950 lm
 Potencia de las luminarias: 50.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 83 94 97 100 94
 Lámpara: 1 x QR-CBC 51 50W/38dg GU5.3 (Factor de corrección 1.000).

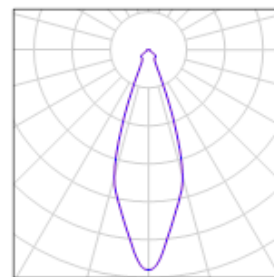


Figura 38: Fotometría Halógeno 50W

- Luminaria halógena 70W Inset Pro 95 Confort Havells Sylvania (Ref. 3080370).



Figura 39: Halógeno 75W

Luminaria para lámparas de conexión directa a red. Equipada con aro en confort negro. El montaje y la reposición de lámparas se realiza sin necesidad de emplear herramientas. Su protección ante influencias externas es IP23.

HavellsSylvania 3080370 INSET PRO 95 COMFORT HI-SPOT ES63, Brushed aluminium + 75W/25dg
 N° de artículo: 3080370
 Flujo luminoso de las luminarias: 980 lm
 Potencia de las luminarias: 75.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 86 95 98 100 75
 Lámpara: 1 x QPAR 64 75W/25dg GU10 (Factor de corrección 1.000).

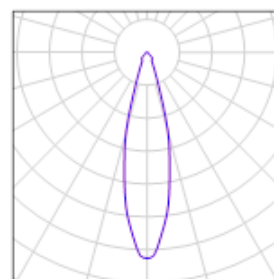


Figura 40: Fotometría Halógeno 75W

b) Luminarias Fluorescencia

- Luminaria Lamp Lighting Cabecero (Ref. 8503017).



Figura 41: Luminaria Cabecero Cama

T5, T8 o TC-L. Capaz de soportar hasta 4 mecanismos extras opcionales. Su protección ante influencias externas es IP42.

LAMP 8547950 HOSPITAL 2x14/24W DIR.
Nº de artículo: 8547950
Flujo luminoso de las luminarias: 3500 lm
Potencia de las luminarias: 48.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 70
Código CIE Flux: 23 52 76 70 59
Lámpara: 2 x FQ 24 W/840 HO (Factor de corrección 1.000).

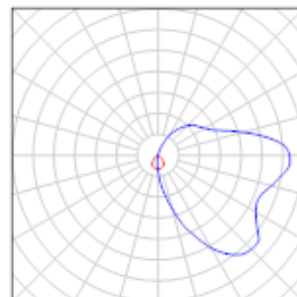


Figura 42: Fotometría Luminaria Cabecero Cama

- Luminaria de fluorescencia compacta (downlight) Lumiance Insaver HE 125 Open 1x18W Havells Sylvania (Ref. 3025860).



Figura 43: Downlight 1x18W

HavellsSylvania 3025860 INSAVER 175 HE 1X18 W white, reflector chrome, electronic ballast + No Accessory
Nº de artículo: 3025860
Flujo luminoso de las luminarias: 1200 lm
Potencia de las luminarias: 22.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 68 100 100 96 70
Lámpara: 1 x TC-DEL 18W G24q2 (Factor de corrección 1.000).

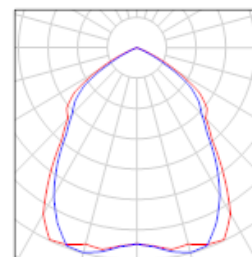


Figura 44: Fotometría Downlight 1x18W

- Luminaria de fluorescencia compacta (downlight) Lumiance Insaver TC-T 225 2x18W Havells Sylvania (Ref. 3034310).



Figura 45: Downlight 2x18W

HavellsSylvania 3034310 INSAVER 225 TC-T(EL) 2X18W white, reflector chrome, electronic ballast + No Accessory
 N° de artículo: 3034310
 Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm
 Potencia de las luminarias: 37.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 79 100 100 100 67
 Lámpara: 2 x TC-TEL 18W G24q2 (Factor de corrección 1.000).

Luminaria con rendimiento elevado (66%). Reflector de suspensión libre visual. Idóneo para zonas extensas. Su protección ante influencias externas es IP23.

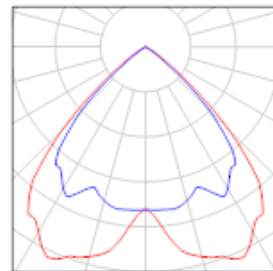


Figura 46: Fotometría Downlight 2x18W

- Luminaria de fluorescencia compacta (downlight) Lumiance Insaver TC-T 225 2x26W Havells Sylvania (Ref. 3034350).



Figura 47: Downlight 2x26W

HavellsSylvania 3034350 INSAVER 225 TC-T(EL) 2X26W, white, reflector chrome, electronic ballast + No Accessory
 N° de artículo: 3034350
 Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm
 Potencia de las luminarias: 52.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 76 100 100 100 65
 Lámpara: 2 x TC-TEL 26W G24q3 (Factor de corrección 1.000).

Luminaria con rendimiento elevado (66%). Reflector de suspensión libre visual. Idóneo para zonas extensas. Su protección ante influencias externas es IP23.

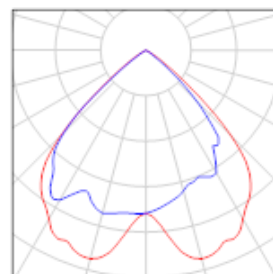


Figura 48: Fotometría Downlight 2x26W

- Luminaria de fluorescencia compacta Concord Opaline 550mm 2x26W Havells Sylvania (Ref. 4038422).



Figura 49: Aplique Opaline

HAVELLSSYLVANIA 4038205 Opaline 550mm 2x26W TC-DEL
 N° de artículo: 4038205
 Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm
 Potencia de las luminarias: 52.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 97
 Código CIE Flux: 45 75 93 98 34
 Lámpara: 2 x 26W TC-DEL (Factor de corrección 1.000).

Alto Rendimiento. Válido para techos y paredes. Su protección ante influencias externas es IP20.

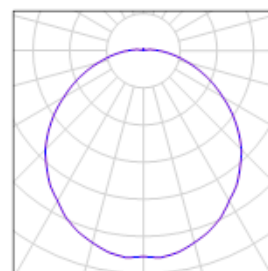


Figura 50: Fotometría Aplique Opaline

- Serie SPV Empotrable con lámpara de fluorescencia lineal. Se empleará en las potencias 1x36W, 1x58W, 2x18W, 2x36W, 2x58W, 3x18W, 3x36W, 4x18W y 4x36W.

Empotrable en cualquier techo normalizado. Fabricado en chapa y difusor fijado al armazón mediante muelles. Su protección ante influencias externas es IP20.

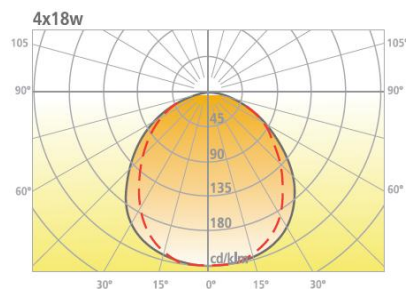


Figura 51: Imagen y Fotometría Serie SPV

- Serie SPC-C Empotrable con lámpara fluorescente compacta. Se empleará en las potencias 2x36W, 2x55W, 3x36W, 3x55W, 4x36W.

Empotrable en cualquier techo normalizado. Fabricado en chapa y difusor fijado al armazón mediante muelles. Su protección ante influencias externas es IP20.

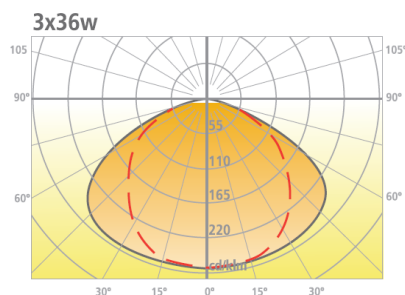


Figura 52: Imagen y Fotometría Serie SPV-C

- Serie SSU Empotrable con lámpara fluorescente lineal. Se empleará en las potencias 1x36W, 1x58W, 2x18W, 2x36W, 2x58W, 3x36W, 4x18W y 4x36W.

De superficie, adosable mediante cuatro taladros. Fabricado en chapa y difusor fijado al armazón mediante muelles. Su protección ante influencias externas es IP20.

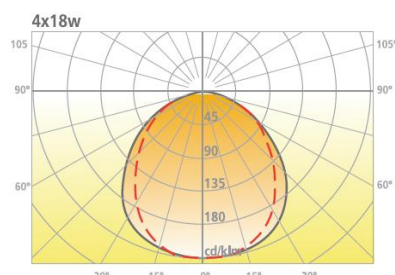


Figura 53: Imagen y Fotometría Serie SSU

- Serie SSU-C Adosable con lámpara fluorescente compacta. Se emplearán las potencias 2x36W, 2x55W, 3x36W y 3x55W.

De superficie, adosable mediante cuatro taladros. Fabricado en chapa y difusor fijado al armazón mediante muelles. Su protección ante influencias externas es IP20.

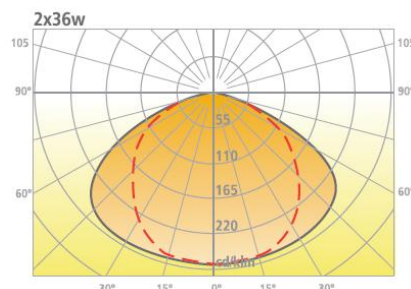


Figura 54: Imagen y Fotometría Serie SSU-C

- Serie SLE Luminaria Estanca Industrial. Se emplearán las potencias 1x18W, 1x36W, 1x58W, 2x18W, 2x36W, 2x58W.

Fabricada en policarbonato y reforzado con fibra de vidrio. Con reflector en chapa de acero, acabado en epoxi blanco. Cuenta con una junta estanca de polio y disocianato. Su protección ante influencias externas es IP65.

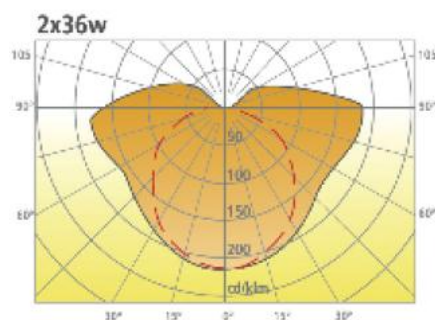


Figura 55: Imagen y Fotometría Serie SLE

- Serie SLEH-C Luminaria para salas estériles, Se emplearán las potencias 2x36W, 2x58W, 3x36W y 4x36W.

Empotrable para ambientes estériles. Fabricado en chapa. Con un cristal protector templado de 4mm, sellado por una junta adhesiva de neopreno para un alto grado de estanquidad. Su protección ante influencias externas es IP65.

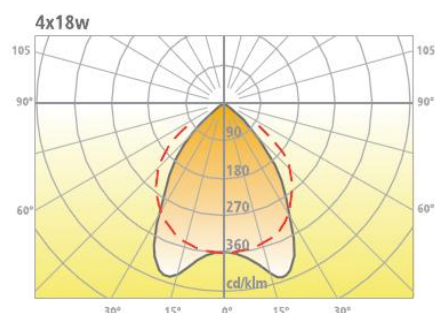


Figura 56: Imagen y Fotometría Serie SLEH-C

- Serie STC-R Luminaria empotrable tipo regleta. Se emplearán las potencias 1x18W, 1x36W, 1x58W, 2x36W y 2x58W.

Empotrable para formar tiras continuas de dimensiones reducidas. Se puede colocar en todo tipo de techo normalizado. Fabricado en chapa. Su protección ante influencias externas es IP 20.

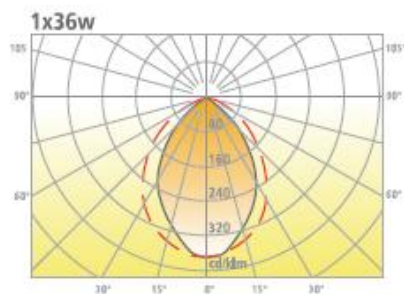


Figura 57: Imagen y Fotometría Serie STC-R

- Serie SDE-100 Luminaria para fluorescencia compacta, tipo downlight para ambientes estériles. Se emplearán las potencias 2x13W, 2x18W y 2x36W.

Empotrable con reflector de aluminio puro de 99,99% de pureza. Cristal templado con junta de estanqueidad. Sujeción al techo mediante garras de acero. Su protección ante influencias externas es IP-65.

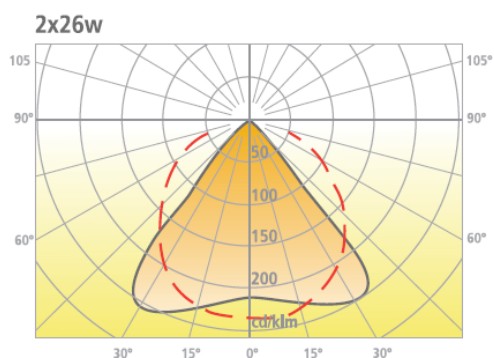


Figura 58: Imagen y Fotometría Serie SDE-100

12.5.Luminaria de Intervención de Quirófano

Las luminarias de intervención de un quirófano son especiales, debido a las características que han de poseer y a los servicios que deben prestar. Tienen que ser capaces de generar una iluminancia de 100.000 lux o una medida incluso superior. Además debe contar con reflectores especiales que no provoquen sombra bajo los cirujanos para una correcta visión y lograr con éxito la intervención.

Como se pudo apreciar en los esquemas de quirófano mencionados, se alimentan por un voltaje reducido y cuentan con un transformador de aislamiento para evitar posibles problemas que provocasen el corte de suministro de dicha luz. Es uno de los sistemas alimentados en el quirófano por el servicio de alimentación ininterrumpida, por lo que durante una operación, jamás debe perderse el suministro eléctrico en dicha luminaria.

Se ha seleccionado la luminaria de quirófano del fabricante TRILUX, concretamente la TRILUX Aurinio Halógena. Sus principales características son:

- Iluminación sin sombras gracias a un reflector poligonal.
- Gran iluminación con hasta 160.000 lux con alta temperatura de color.
- Ofrece garantía en iluminación reserva, mediante conmutación para la iluminación de reserva.
- Filtración máxima, 99%, de componentes infrarrojos.
- Diseñada para ambientes estériles.



Figura 59: Luminaria Trilux Aurinio

Las principales características de esta luminaria se pueden observar en la siguiente tabla:

	Aurinio H 100...	Aurinio H 120...	Aurinio H 140...	Aurinio H 160...
Iluminancia a una distancia de 1 m	100.000 lx	120.000 lx	140.000 lx	160.000 lx
Temperatura del color	4300 K (blanco neutral)	4300 K (blanco neutral)	4300 K (blanco neutral)	4300 K (blanco neutral)
Índice de reproducción cromática	Ra = 93	Ra = 93	Ra = 93	Ra = 93
Diámetro ajustable del campo de luz a una distancia de 1 m	140 – 200 mm	150 – 240 mm	160 – 250 mm	180 – 300 mm
Profundidad de iluminación L1 + L2	980 mm	980 mm	1060 mm	1060 mm
Diámetro del cuerpo de luminaria	560 mm	560 mm	720 mm	720 mm
Regulabilidad	40.000 – 100.000 lx en 8 niveles	50.000 – 120.000 lx en 8 niveles	60.000 – 140.000 lx en 8 niveles	70.000 – 160.000 lx en 8 niveles
Potencia nominal de la lámpara	120 W	150 W	150 W	150 W
Vida útil de la lámpara	600 – 1000 h	600 – 1000 h	600 – 1000 h	600 – 1000 h
Conmutación totalmente automática a la iluminación de reserva con 100 % de potencia luminica, sin reenfoque	sí	sí	sí	sí

Tabla 32: Características Trilux Aurinio

13.ANEXO B ALUMBRADO DE EMERGENCIA

13.1.Introducción

Los principales objetivos del alumbrado de emergencia vienen en el CTE-DB SU4 (Código Técnico de Edificación Documento Básico Seguridad de Utilización 4). Estos objetivos son, en caso de fallo de alumbrado normal, suministrar iluminación necesaria para que los usuarios tengan visibilidad para poder abandonar el edificio, evitar las situaciones de pánico y permitir la visión de señales indicadores de salidas y la situación de los equipos y medios de protección. Será necesario que exista alumbrado de emergencia en los siguientes casos:

- Recinto con ocupación superior a 100 personas.
- Recorrido de evacuación hasta el exterior.
- Aparcamientos cerrados con una superficie mayor a 100 metros cuadrados, incluyendo pasillos y escaleras que comuniquen con el exterior.
- Locales con equipos de protección contra incendios o de riesgo especial.
- Aseos de planta de edificios de uso público.
- Lugares donde se encuentren los cuadros de distribución, así como el accionamiento de instalaciones de alumbrado.
- Señales de seguridad.

Las luminarias han de situarse para que proporcionen una adecuada luminosidad de la siguiente manera:

- Al menos dos metros por encima del nivel del suelo.
- En puertas de salida o donde haya que destacar peligro. Como mínimo serían puertas de recorrido de evacuación, escaleras, un cambio de nivel similar a las escaleras y cambios de dirección en pasillos.

La instalación de las luminarias de emergencia deben ser fijas, provistas de su propia fuente de energía que entre en funcionamiento cuando la alimentación normal falle. Se considera fallo de alimentación cuando la tensión se reduzca en un 70% de su valor nominal. Debe alcanzar la iluminación requerida en 60 segundos, y, al menos la mitad en 5 segundos.

La instalación debe cumplir una serie de condiciones durante al menos una hora:

- Vías de circulación con anchura menor de 2 metros, al menos 1 lux en el eje central y 0,5 lux en la bandeja central que correspondería la mitad de la anchura.
- Las zonas con equipos de seguridad, así como sistemas de protección contra incendios y cuadros de distribución de alumbrado, tendrán una iluminancia de 5lux mínimo.
- En la línea central de una vía de evacuación, la relación entra iluminancia máxima y mínima será mayor de 40:1.

- Los cálculos de iluminación se llevarán a cabo considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos. Además hay que considerar un factor de mantenimiento debido a la suciedad de las luminarias y envejecimiento de las lámparas.
- El valor mínimo de índice de referencia cromático será de 40, para poder identificar adecuadamente los colores que de las señales pertinentes.

Las señales de seguridad que indicarán la evacuación hacia la salida y señales de medios de protección contra incendios o primeros auxilios, cumplirán una serie de características:

- La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal indicativa debe ser como mínimo 2cd/m^2 .
- La relación de iluminancia máxima y mínima de seguridad no debe ser mayor de 10:1.
- La relación luminancia L_{blanca} y luminancia $L_{color} > 10$ debe comprenderse entre 5/15:1.
- Las señales de seguridad se iluminarán con al menos un 50% de iluminancia en 5 segundos y el 100% en un minuto.

Los equipos empleados en la instalación se alimentarán mediante los circuitos de alumbrado normal protegidos por los interruptores automáticos, entrando en funcionamiento en ausencia de tensión o cuando se produzca corte en estos interruptores.

Además los equipos contarán con un dispositivo de telemando que podrá mantener apagadas las luminarias de emergencia incluso con ausencia de tensión.

13.2.Luminaria de Emergencia

Se empleará una luminaria del fabricante Daisalux conocida como la Hydra N5.



Figura 60: Daisalux Hydra N5

Es de cuerpo rectangular con aristas pronunciadas con una carcasa fabricada de policarbonato, el difusor el del mismo material. Se compone de una lámpara fluorescente. Sus principales características son las siguientes:

- Formato: Hydra
- Funcionamiento: No permanente
- Autonomía (h): 1 hora
- Lámpara de Emergencia: Fluorescencia 8W
- Grado de Protección IP42 IK04
- Piloto Testigo de Carga: Led
- Aislamiento Eléctrico: Clase III
- Flujo Luminoso: 215 lm

Su fotometría es la siguiente:

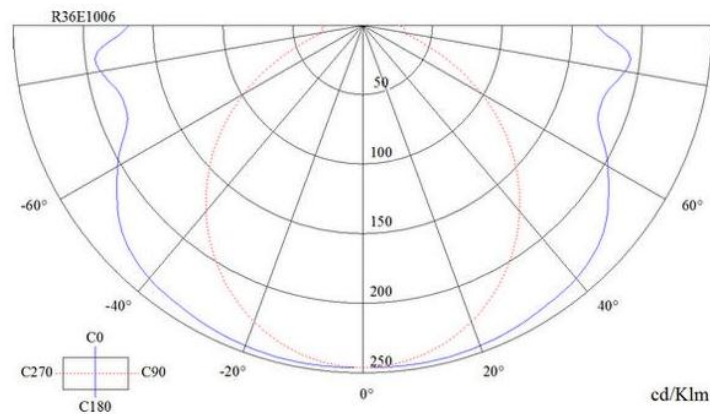


Figura 61: Fotometría Hydra N5

Cumple un gran número de normativas:

- Norma UNE 20-392-93.
- Norma UNE-EN 60598-2-22.
- Directivas Comunitarias de Compatibilidad Electromagnética y de Baja Tensión.
- UNE-EN 60598-1 y UNE-EN 60695-2-10 (Plásticos Autoextinguibles)

También cuenta con una gran variedad de tipos de montaje:



Hydra Superficie



Hydra Semiempotrado Pared



Hydra Enrasado Pared/Techo



Hydra Banderola



Hydra Estanca

Figura 62: Tipos de Montaje Hydra N5

Se realizará un estudio de alumbrado de emergencia de una planta tipo, donde se comprobará si se cumplen los requisitos necesarios. Dicho cálculo estará disponible en el apartado de Cálculos Justificativos.

13.3. Alumbrado de Reemplazamiento

Al tratarse de un edificio de pública concurrencia de debe disponer de alumbrado de reemplazamiento para poder ofrecer iluminación en caso de ausencia de tensión, además de las luminarias de emergencia. Por ello cada zona del edificio requerirá una iluminación de reemplazamiento diferente:

- Habitaciones de enfermo y zonas de hospitalización:

Iluminación con aparatos autónomos de emergencia con dos horas de autonomía con iluminancia no inferior a 5 lux.

- Salas de intervención, UCI, REA, partos...:

Se emplearán Sistemas de Alimentación Ininterrumpida con autonomía de dos horas, proporcionando energía a aparatos de alumbrado necesarios para intervenciones médicas, además de sistemas de fuerza de asistencia vital. Existirá la fuente de alimentación también complementaria de Grupos Electrónicos que deberán ofrecer suministro para ocho horas como mínimo a plena carga.

- Salas de curas:

Luminarias para alumbrado normal de reconocimiento, kits de emergencias con autonomía de dos horas.

- Emergencias:

En salas de reconocimiento (boxes) y en asistencia médica, se emplean SAIS con autonomía de dos horas, con apoyo de grupo electrónico.

Todas las SAIS irán dotadas de conductores AS+, resistentes al fuego. Además todas las tomas alimentadas por grupo electrónico que no cuenten con suministro de alimentación ininterrumpida, tendrán conmutación automática del grupo electrónico por fallo de suministro eléctrico.

Se seguirá la normativa del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión ITC-28 e ITC-38.

14.ANEXO C PARARRAYOS

14.1.El Rayo

El rayo es una manifestación de descargas eléctricas de la atmósfera, pudiendo provocar daños en personas, animales o diferentes instalaciones. Sin embargo, podemos protegernos de ellos mediante sistemas de protección internos y externos.

Las descargas eléctricas se pueden producir entre nubes (relámpagos) o entre nubes y tierra (rayos). En general, el campo eléctrico de la tierra es de 5kV/m, sin embargo con nubes tormentosas puede ascender a 10 o 20kV/m. Esto provoca que se envíen desde la nube hacia tierra lo que se conocen como trazadores descendentes. Estos trazadores aumentan el campo eléctrico de los elementos en tierra.

La diferencia de potencial existente entre nubes y tierra provoca que otro tipo de trazadores, parecidos a los anteriores se dirijan en sentido contrario. Se conocen como trazadores ascendentes. Cuando se encuentran ambos trazadores se perfora el dieléctrico del aire y se produce la caída del rayo a tierra.

Los rayos pueden alcanzar valores de cresta de hasta 200kA. En el 90% de los casos su polaridad es negativa por lo que descienden hacia tierra. Los trazadores adquieren una velocidad de propagación de 1m/μs.

14.2.Normativa

La normativa que regula la instalación de pararrayos pertenece al Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (SUA) del Código Técnico de la Edificación. Concretamente la norma CTE DB-SUA 8.

14.3. Estudio Nivel de Protección

Se necesitará protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea superior al riesgo admisible N_a .

Además, en los edificios donde se manipulan sustancias tóxicas, radioactivas, inflamables o explosivos y también los edificios con una altura superior a 43 metros, se les considerará con una protección contra el rayo de nivel 1, considerando su eficiencia mayor a 0,98.

La frecuencia esperada de impactos se calcula de la siguiente manera:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \quad (23)$$

Donde N_g es la densidad de impactos sobre el terreno y se calcula mediante el mapa de densidad de impactos:

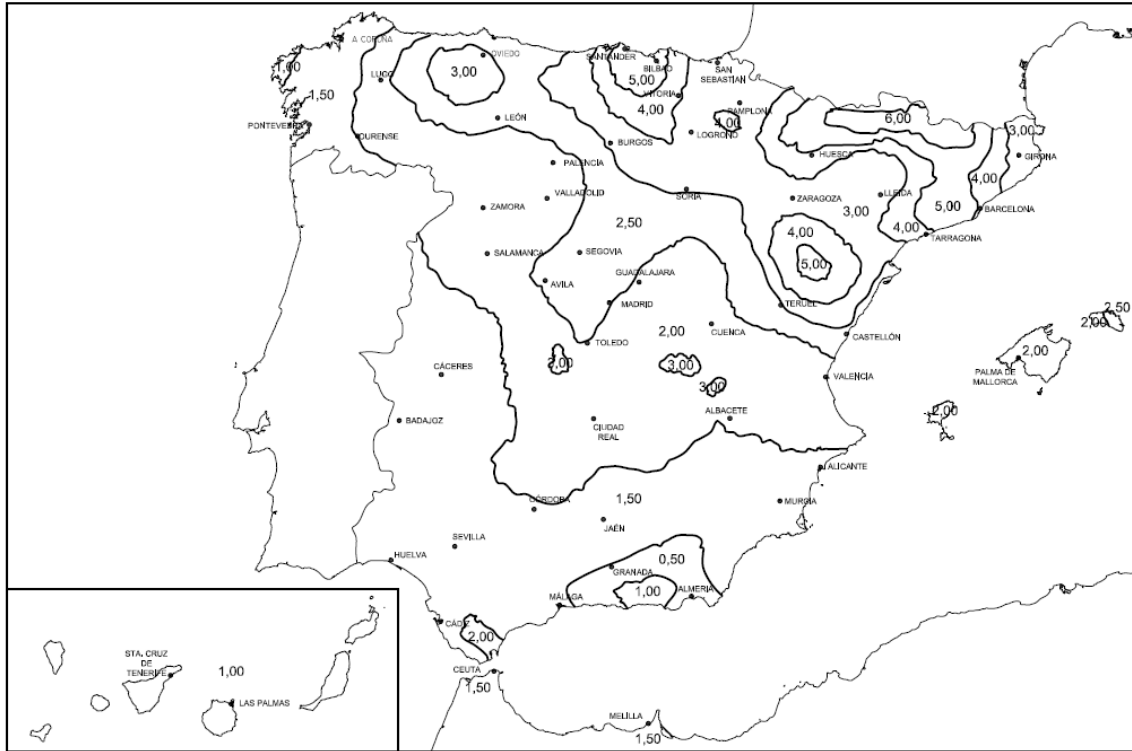


Figura 63: Mapa España Densidad Rayos

Donde comprobamos que en nuestro caso el valor es $N_g = 2 \text{ impactos}/(\text{año} \cdot \text{km}^2)$.

A_e es la superficie de captura equivalente del edificio en metros cuadrado. Se delimita mediante una traza a una distancia tres veces superior a la altura desde cada punto del perímetro del edificio. Los datos aproximados de nuestro edificio son los siguientes:

25.5m de altura 145,5m de ancho 354m de largo

Con esos valores y aumentando la distancia de cada punto del perímetro como hemos comentado obtenemos un valor final de:

$$A_e = 95355m^2$$

Finalmente el valor C_1 vendrá dado por la siguiente tabla:

Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Tabla 33: Tabla Valor C_1

Al tratarse de un edificio principalmente aislado, consideraremos el valor $C_1 = 1$.

Por lo que el resultado final es:

$$N_e = 2 \cdot 95355 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0.19$$

Ahora hallaremos el riesgo admisible mediante la siguiente ecuación:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Siendo el Coeficiente 2 por el tipo de construcción, el coeficiente 3 por el contenido del edificio, el coeficiente 4 por el uso del edificio y el coeficiente 5 por la necesidad de continuidad en las actividades del edificio. Los coeficientes se obtienen de las siguientes tablas:

Tabla 1.2 Coeficiente C_2			
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 1.3 Coeficiente C_3	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C_4	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C_5	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla 34: Tabla Valores C

En nuestro caso dispondremos de los siguientes valores:

$$C_2 = 1 \quad C_3 = 3 \quad C_4 = 3 \quad C_5 = 5$$

Por lo que nuestro valor admisible será:

$$N_a = \frac{5,5}{1 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5} 10^{-3} = 1,22 \cdot 10^{-2}$$

Para conocer el tipo de instalación exigido se empleará el concepto de eficacia que se nombró anteriormente y que se halla con la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0,999$$

Este valor nos asignará un nivel de protección necesario, según la siguiente tabla:

<i>Eficiencia requerida</i>	<i>Nivel de protección</i>
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$ ⁽¹⁾	4

⁽¹⁾ Dentro de estos límites de *eficiencia* requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

Tabla 35: Tabla Nivel de Protección

En nuestro caso necesitamos el nivel de protección más alto, nivel 1.

Método de Cálculo Instalación

Existen numerosos métodos para situar los pararrayos necesarios, así como la altitud que adquieren y la zona protegida que cubrirán.

En este anexo vamos a explicar el Volumen Protegido mediante pararrayos con dispositivos de cebado. En él se nos enumeran datos:

- Cinco metros bajo la punta, se llegará a cubrir una esfera cuyo radio es:

$$R = D + \Delta L \quad (24)$$

- Donde R es el radio en metros de la esfera de la zona protegida.
- D es la distancia en metros a la que está la punta desde la azotea del edificio. Se muestra en la siguiente tabla:

<i>Nivel de protección</i>	<i>Distancia D m</i>
1	20
2	30
3	45
4	60

Tabla 36: Distancia de la Punta según Nivel Protección

- ΔL es la distancia en metros en función del tiempo de avance del cebado en microsegundos. Por lo tanto $\Delta L = \Delta t$ cuando el tiempo sea igual o inferior a 60 microsegundos y $\Delta L = 60$ cuando sea superior.

14.4.Instalación del Pararrayos

La instalación del pararrayos debe basarse en tres apartados:

- Sistema de Captación:
 - Hay que fijar el eje central del captador a la pieza de adaptación del pararrayos al mástil.
 - El conductor de bajada debe pasarse por el mástil y conectarse a la base de la pieza de adaptación.
 - Fijar la pieza de adaptación al mástil mediante tornillos.
 - Se debe conectar mediante vía de chispas todas las estructuras metálicas dentro de la distancia de seguridad.
- Bajante del Pararrayos:
 - Hay que anclar el mástil a la estructura de la forma más adecuada.
 - Se fija el cable de la bajante mediante abrazaderas de fijación, de manera que quede tensado. Normalmente tres fijaciones por metro.
 - Instalar contador de rayos en la parte interior de la bajante. Unos metros por encima del suelo.
 - Se coloca un detector y almacenador de picos de corriente que circulen por el conductor.
 - Se debe proteger la parte inferior de la bajante, al menos dos metros, mediante tubo.
- Sistema de Puesta a Tierra:
 - Se conecta un puente de comprobación mediante arqueta para poder desconectar la toma de tierra y medir su resistencia.
 - Se escoge el sistema de puesta a tierra más adecuado dependiendo del terreno.
 - Se conecta la toma de tierras del pararrayo y la red general de tierras del edificio a proteger.

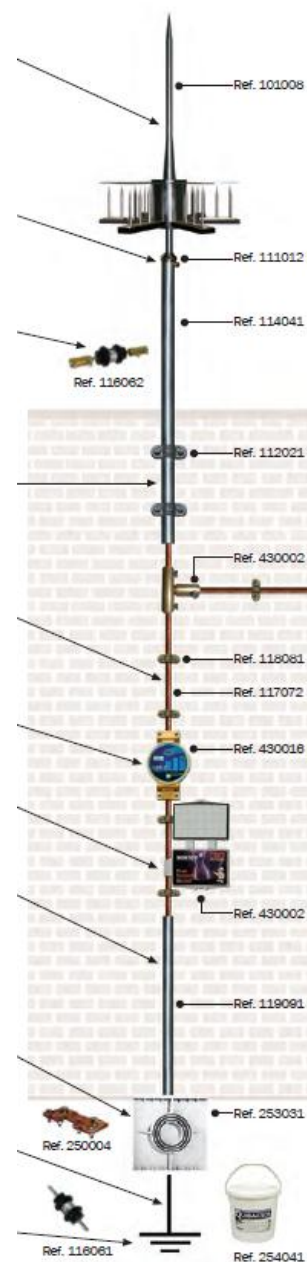


Figura 64: Esquema Instalación Pararrayos

Se deben seguir las siguientes normas para la realización de una correcta instalación de la protección contra el rayo:

- La punta del pararrayos debe situarse a una distancia mínima de dos metros por encima de la zona que protege (incluyendo antenas...)
- Las antenas receptoras de TV, radio... se deben conectar mediante vía de chipas, empleando electrodos que separen elementos conductores, a los conductores de bajada.
- Los cables coaxiales de antenas se deben proteger con dispositivos contra sobretensiones.
- Los elementos metálicos que sobresalgan por encima del tejado se deben conectar al conductor de bajada más próximo.
- La trayectoria del conductor de bajada ha de ser lo más rectilínea posible, con el trayecto más corto admisible y evitando acomodamientos.
- Los acomodamientos deben tener un radio de curvatura menor de 20cm.
- El conductor de bajada se instalará exteriormente en el edificio siempre que sea posible evitando la proximidad con las instalaciones de gas o electricidad.
- Recomendable que la toma de tierra cuente con arqueta para revisiones posteriores.
- La arqueta de registro tiene que tener seccionador para desconectar la puesta a tierra.
- La resistencia de toma a tierra debe ser lo más pequeña posible ($<10\Omega$).
- Se aconseja la unión equipotencial de la toma de tierra del pararrayos y la general de la instalación.
- Se pueden añadir compuestos minerales, como el Quibacsol, para aumentar la conductividad del terreno.

Podemos observar algunas imágenes de elementos mencionados de la instalación:



Figura 65: Conexión Vía de Chispas

Figura 66: Contador



Figura 67: Tarjeta Detectora Picos de Corriente

14.5. Pararrayos Elegido

Un pararrayos posible para nuestra instalación sería el Pararrayos INGESCO PDC:









	PDC 3.1	PDC 3.3	PDC 4.3	PDC 5.3	PDC 6.3	PDC 6.4
Pararrayos INGESCO Modelo						
Referencia	101000	101001	101003	101005	101008	101009
Peso	2.350 kg	3.200 kg	3.400 kg	3.600 kg	3.800 kg	4.150 kg
NIVEL I	35 m	45 m	54 m	63 m	74 m	80 m
NIVEL II	45 m	55 m	64 m	73 m	84 m	90 m
NIVEL III	60 m	70 m	79 m	88 m	99 m	105 m
NIVEL IV	75 m	85 m	94 m	103 m	114 m	120 m

Tabla 37: Distancias de Protección según Nivel de Protección

Figura 68: Pararrayos INGESCO PDC

Siguiendo nuestros cálculos deberíamos seleccionar cualquier tipo, siempre que estuviese englobado en el nivel 1 de protección. Aunque, como se podrá ver en el plano de la instalación de pararrayos, seleccionaremos el PDC 6.4 101009 de Nivel 1, con un radio de protección de 80 metros, como veremos en el plano.

Se instalarán 9 pararrayos como este con doble dispositivo de cebado, con triple protector de sistema de aislamiento, acumulador de carga electrostática de varias etapas, generador electrónico de trazadores ascendentes y vía de chispas múltiple.

El conductor empleado en la bajante será de 70 mm², empleando picas de acero de 2 metros de longitud.

Además, para combatir las sobretensiones que se puedan producir en la instalación, se emplearán, en los Cuadros Generales de Baja Tensión, limitadores de sobretensiones transitorias Clase 1, de tres polos más neutro de 15kA y con una tensión residual menor de 1,2kV.

15.CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

15.1. Cálculo de Líneas

Instalación de Media Tensión hasta el Centro de Transformación

Línea Alta Tensión	Pcc1 (MVA)	U2 (V)	cos α	sen α	R L.A.T. (Ω)	X L.A.T. (Ω)	Z L.A.T. (Ω)															
	500	420	0,15	0,99	0,00005292	0,000349272	0,0003528															
Transformador	Pt (KVA)	Vcc (%)	Wc (W)	V2 (V)	R Trafo (Ω)	X Trafo (Ω)	Z Trafo (Ω)	eR (V)	eX (V)	Vc (V)												
	1600	6	16000	420	0,00115542	0,006871335	0,0069678	2,541264945	15,11301705	235,35												
Línea al CGBT-3	P Inst (VA)	V2 (V)	P Adm (VA)	I Inst (A)	F Corrección	I adm calc (A)	I adm (A)	Nº Cond	Sec (mm2)	L (m)	cosφ	C Sim	I (A)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)	R Tot (Ω)	X Tot (Ω)	Z Tot (Ω)	Icc (A)	t		
Un Transformador	1600000	420	2099233,3333	2199,4296	0,8256	2382,431817	2902	5	300	12	0,95	1	2199,429597	0,0694	0,12	0,001322	0,00715933	0,007280364	33307	41,52		
3 Trafos en Paralelo				6598,2888							0,95	1	6598,288791			0,476	2,6194	2,6623	3,14078546	17,28355766	234,11	91,08181

Tabla 38: Instalación Media Tensión y Centro de Transformación

Líneas a los Cuadros Generales Derivativos

Línea	P Inst (VA)	V2 (V)	P Adm (VA)	I Inst (A)	F Cor	I calc (A)	I adm (A)	N° Cond	Sec (mm2)	L (m)	cosφ	C Sim	I (A)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)	R Tot (Ω)	X Tot (Ω)	Z Tot (Ω)	eR (V)	eX (V)	Vc (V)	e2 (%)	Icc (A)	t (s)
Línea al CGD-1(A)	490400	420	637670	674,1252	0,8256	723,6953	836	2	185	90	0,95	0,42	283,1326	0,1125	0,1200	0,0055	0,0080	0,0097	4,7094	19,5541	231,9074	0,9408	24878,0163	4,5285
Línea al CGD-1(B)	330450	420	488330	454,2509	0,8256	554,2085	631	2	120	90	0,95	0,42	190,7854	0,1735	0,1200	0,0083	0,0080	0,0115	4,7211	18,8135	232,1275	0,8468	21032,1914	2,6658
Línea al CGD-5(A)	528050	420	685370	725,8805	0,8256	777,8303	989	2	240	37	0,95	0,42	207,2976	0,0868	0,1200	0,0021	0,0048	0,0053	3,5721	18,2868	233,3836	0,3103	46032,2000	2,2261
Línea al CGD-5(B)	258100	420	350560	354,7955	0,8256	397,8525	495	1	240	37	0,95	0,42	260,0097	0,0868	0,1200	0,0037	0,0071	0,0080	4,0991	19,1191	232,6230	0,6352	30449,3814	1,2719
Línea al CGD-7(A)	665360	420	801110	914,6328	0,8256	909,1843	1092	3	150	62	0,95	0,48	439,0237	0,1388	0,1200	0,0033	0,0051	0,0061	4,6091	19,5223	232,0127	0,8959	39763,1465	2,6221
Línea al CGD-7(B)	320640	420	429660	440,7657	0,8256	487,6236	495	1	240	62	0,95	0,42	185,1216	0,0868	0,1200	0,0059	0,0101	0,0116	4,2246	19,1458	232,4955	0,6896	20834,0771	2,7168
Línea al CGD-5(-2),RX	300000	420	300000	412,3930	0,8256	340,4717	495	1	240	74	0,85	0,3	123,7179	0,0868	0,1200	0,0069	0,0115	0,0134	3,9939	18,7062	229,2382	2,0810	18084,8397	3,6056
Línea al CGD-AA.5.(-1),1	562000	420	562000	772,5496	0,8256	637,8170	1484	3	240	54	0,85	0,75	579,4122	0,0868	0,1200	0,0020	0,0048	0,0052	4,3213	20,0528	228,2506	2,5029	46672,1439	4,8723
Línea al CGD-AA.5.(-1),2	426000	420	426000	585,5981	0,8256	483,4698	1484	3	240	142	0,85	0,75	439,1986	0,0868	0,1200	0,0046	0,0083	0,0095	5,1532	20,9286	227,0820	3,0020	25578,1014	16,2222
Línea al TE-AA.5.3.1	202000	420	202000	277,6780	0,8256	229,2509	495	1	240	139	0,85	0,75	208,2585	0,0868	0,1200	0,0125	0,0193	0,0230	5,7511	21,3028	226,3767	3,3033	10537,2250	10,6207
Línea al TE-AA.5.3.2	372000	420	372000	511,3674	0,8256	422,1849	631	2	120	109	0,85	0,75	383,5255	0,1735	0,1200	0,0099	0,0092	0,0135	6,9498	20,7964	225,6246	3,6246	17948,1142	3,6607
Línea al TE-AA.5.3.3	230000	420	230000	316,1680	0,8256	261,0283	495	1	240	97	0,85	0,75	237,1260	0,0868	0,1200	0,0089	0,0143	0,0168	5,2490	20,6648	227,1396	2,9774	14430,3278	5,6631
Línea al TE-AA.5.3.3E	113000	420	113000	155,3347	0,8256	128,2443	271	1	95	97	0,85	0,75	116,5010	0,2192	0,1200	0,0217	0,0143	0,0260	5,6728	18,9448	227,6854	2,7443	9328,4519	2,1233
Línea al TE-AA.5.3.4	300000	420	300000	412,3930	0,8256	340,4717	631	2	120	95	0,85	0,75	309,2948	0,1735	0,1200	0,0087	0,0083	0,0120	5,8370	19,8567	227,0655	3,0090	20123,5075	2,9120
Línea al CGD-7.(-2),RX	400000	420	400000	549,8574	0,8256	453,9623	631	2	120	77	0,85	0,3	164,9572	0,1735	0,1200	0,0072	0,0072	0,0102	4,3212	18,4777	229,0804	2,1484	23822,2695	2,0780

Tabla 39: Líneas Principales a los Cuadros Generales Derivativos

Líneas Salientes de los Cuadros Generales Derivativos

Línea	P Inst (VA)	V2 (V)	P Adm (VA)	I Inst (A)	F Cor.	I calc (A)	I adm (A)	Nº Cond	Sec (mm2)	L (m)	cos φ	C Sim	I (A)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)	R Tot (Ω)	X Tot (Ω)	Z Tot (Ω)	eR (V)	eX (V)	Vc (V)	e2 (%)	Icc (A)	t (s)
CGD-1(A)																								
Línea al CS-1.(-2).1	69600	420	94900	95,6752	0,816	106,4502	129	1	35	57	0,95	0,6	57,4051	0,5949	0,08	0,0394	0,0126	0,0414	6,9739	20,2762	229,5307	1,9561	5856,5727	0,7312
Línea al CS-1.(-2).2	41250	420	59190	56,7040	0,816	66,3940	104	1	25	92	0,95	0,6	34,0224	0,8328	0,08	0,0822	0,0154	0,0836	7,5046	20,0774	229,0886	2,1449	2901,0879	1,5203
Línea al CS-1.(-2).3	60000	420	77940	82,4786	0,816	87,4260	104	1	25	99	0,95	0,6	49,4872	0,8328	0,08	0,0880	0,0159	0,0894	9,0637	20,3429	227,5246	2,8130	2711,7916	1,7400
Línea al CS-1.0.2	47800	420	65740	65,7080	0,816	73,7412	104	1	25	34	0,95	0,6	39,4248	0,8328	0,08	0,0339	0,0107	0,0355	6,0441	19,9775	230,5072	1,5389	6827,1717	0,2745
Línea al CS-1.1.2	65550	420	79810	90,1079	0,816	89,5236	129	1	35	46	0,95	0,6	54,0647	0,5949	0,08	0,0329	0,0117	0,0349	6,4883	20,1866	230,0199	1,7471	6943,7339	0,5202
Línea al CS-1.1.3	84350	420	98610	115,9512	0,816	110,6117	129	1	35	68	0,95	0,6	69,5707	0,5949	0,08	0,0460	0,0135	0,0479	7,9090	20,4905	228,5754	2,3641	5060,2970	0,9794
Línea al CS-1.2.2A	46850	420	86480	64,4020	0,816	97,0054	104	1	25	81	0,95	0,6	38,6412	0,8328	0,08	0,0730	0,0145	0,0744	7,5301	20,1144	229,0528	2,1602	3258,2237	1,2053
Línea al CS-1.2.2B	75000	420	75000	103,0983	0,816	84,1282	129	1	35	81	0,95	0,6	61,8590	0,5949	0,08	0,0537	0,0145	0,0556	8,0327	20,4510	228,4702	2,4090	4357,6835	1,3207
CGD-1(B)																								
Línea al CS-1.(-1).1	41050	420	66190	56,4291	0,816	74,2459	104	1	25	16	0,95	0,6	33,8575	0,8328	0,08	0,0189	0,0093	0,0210	5,3481	19,8690	231,2023	1,2420	11529,1375	0,0963
Línea al CS-1.(-1).2	22000	420	29360	30,2422	0,816	32,9334	104	1	25	31	0,95	0,6	18,1453	0,8328	0,08	0,0314	0,0105	0,0331	5,2784	19,7446	231,3074	1,1971	7332,9580	0,2380
Línea al CS-1.0.1	37900	420	52160	52,0990	0,816	58,5083	104	1	25	16	0,95	0,6	31,2594	0,8328	0,08	0,0189	0,0093	0,0210	5,2991	19,8448	231,2564	1,2189	11529,1375	0,0963
Línea al CS-1.0.3	48050	420	69730	66,0516	0,816	78,2168	104	1	25	78	0,95	0,6	39,6310	0,8328	0,08	0,0705	0,0143	0,0719	7,5033	20,1192	229,0767	2,1500	3371,3295	1,1258
Línea al CS-1.0.4	47350	420	54710	65,0894	0,816	61,3687	104	1	25	88	0,95	0,6	39,0536	0,8328	0,08	0,0788	0,0151	0,0803	7,7879	20,1422	228,7992	2,2685	3021,5619	1,4015
Línea al CS-1.1.1	30950	420	45210	42,5452	0,816	50,7125	104	1	25	20	0,95	0,6	25,5271	0,8328	0,08	0,0222	0,0096	0,0242	5,2760	19,7997	231,2925	1,2035	10023,8501	0,1273
Línea al CS-1.1.4	31950	420	46210	43,9199	0,816	51,8342	104	1	25	93	0,95	0,6	26,3519	0,8328	0,08	0,0830	0,0155	0,0844	6,8964	19,9615	229,7026	1,8826	2872,4498	1,5508
Línea al CS-1.2.1	28100	420	42380	38,6275	0,816	47,5380	104	1	25	34	0,95	0,6	23,1765	0,8328	0,08	0,0339	0,0107	0,0355	5,4941	19,8030	231,0843	1,2924	6827,1717	0,2745
Línea al CS-1.2.3	28100	420	42380	38,6275	0,816	47,5380	104	1	25	116	0,95	0,6	23,1765	0,8328	0,08	0,1021	0,0173	0,1036	7,0768	19,9551	229,5332	1,9550	2340,6184	2,3356
Línea al TE-1,0,5,1 a 8	40000	420	40000	54,9857	0,816	44,8684	129	1	35	180	0,95	0,6	32,9914	0,5949	0,08	0,1126	0,0224	0,1148	8,4247	20,2938	228,1469	2,5471	2111,8071	5,6235

Tabla 40: Líneas del Cuadro General Derivativo 1

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

Línea	P Inst (VA)	V2 (V)	P Adm (VA)	I Inst (A)	F Cor	I calc (A)	I adm (A)	Nº Cond	Sec (mm2)	L (m)	cosp	C Sim	I (A)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)	R Tot (Ω)	X Tot (Ω)	Z Tot (Ω)	eR (V)	eX (V)	Vc (V)	e2 (%)	Icc (A)	t (s)
CGD-5(A)																								
Línea al CS-5.(-2).1	41250	420	55510	56,7040	0,816	62,2661	104	1	25	53	0,95	0,6	34,0224	0,8328	0,08	0,0462	0,0091	0,0471	5,1446	18,5957	231,7932	0,9896	5148,0706	0,4828
Línea al CS-5.(-2).2	32300	420	57140	44,4010	0,816	64,0945	104	1	25	86	0,95	0,6	26,6406	0,8328	0,08	0,0737	0,0117	0,0746	5,5356	18,5990	231,4208	1,1487	3249,2989	1,2119
Línea al CS-5.(-2).3	44100	420	62040	60,6218	0,816	69,5908	104	1	25	86	0,95	0,6	36,3731	0,8328	0,08	0,0737	0,0117	0,0746	6,2529	18,7130	230,7037	1,4550	3249,2989	1,2119
Línea al CS-5.(-2).4	23150	420	40630	31,8230	0,816	45,5750	104	1	25	18	0,95	0,6	19,0938	0,8328	0,08	0,0171	0,0063	0,0182	3,8981	18,4067	233,0365	0,4586	13331,1997	0,0720
Línea al CS-5.(-1).1	84250	420	98510	115,8137	0,816	110,4996	129	1	35	51	0,95	0,6	69,4882	0,5949	0,08	0,0324	0,0089	0,0336	5,8248	18,9065	231,0500	1,3071	7211,9161	0,4822
Línea al CS-5.1.2	73800	420	91740	101,4487	0,816	102,9056	129	1	35	57	0,95	0,6	60,8692	0,5949	0,08	0,0360	0,0094	0,0372	5,7627	18,8589	231,1239	1,2755	6519,3697	0,5901
Línea al CS-5.2.1	13400	420	27660	18,4202	0,816	31,0265	104	1	25	37	0,95	0,6	11,0521	0,8328	0,08	0,0329	0,0078	0,0338	3,9357	18,3730	233,0113	0,4693	7172,8235	0,2487
Línea al CS-5.2.2A	46800	420	83140	64,3333	0,816	93,2589	104	1	25	84	0,95	0,6	38,6000	0,8328	0,08	0,0720	0,0116	0,0730	6,3527	18,7329	230,6027	1,4982	3323,6749	1,1583
Línea al CS-5.2.2B	75000	420	75000	103,0983	0,816	84,1282	129	1	35	84	0,95	0,6	61,8590	0,5949	0,08	0,0520	0,0116	0,0533	6,7918	19,0018	230,1016	1,7122	4548,0324	1,2125
Línea al TE-AA.5.(-1).25E	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	129	1	35	149	0,85	1	68,7322	0,5949	0,08	0,0907	0,0168	0,0922	9,8071	19,4387	223,9111	4,3565	2628,5969	3,6297
Línea al TE-AA.5.(-1).27E	44000	420	44000	60,4843	0,816	49,3552	129	1	35	54	0,85	1	60,4843	0,5949	0,08	0,0342	0,0092	0,0354	5,6409	18,8408	227,7674	2,7092	6848,3230	0,5347
CGD-5(B)																								
Línea al CS-5.0.1	41300	420	51880	56,7728	0,816	58,1943	104	1	25	16	0,95	0,6	34,0637	0,8328	0,08	0,0154	0,0061	0,0166	4,6239	19,3275	232,0594	0,8759	14628,4076	0,0598
Línea al CS-5.0.2	35800	420	53740	49,2122	0,816	60,2806	104	1	25	57	0,95	0,6	29,5273	0,8328	0,08	0,0496	0,0094	0,0504	5,5622	19,3966	231,1465	1,2659	4808,0087	0,5535
Línea al CS-5.0.3	51750	420	69690	71,1378	0,816	78,1719	104	1	25	70	0,95	0,6	42,6827	0,8328	0,08	0,0604	0,0104	0,0613	6,6761	19,5647	230,0357	1,7403	3957,5107	0,8170
Línea al CS-5.0.4	28350	420	38930	38,9711	0,816	43,6681	104	1	25	113	0,95	0,6	23,3827	0,8328	0,08	0,0962	0,0139	0,0972	6,3482	19,4436	230,3851	1,5911	2495,1499	2,0553
Línea al CS-5.1.1	39150	420	49730	53,8173	0,816	55,7826	104	1	25	20	0,95	0,6	32,2904	0,8328	0,08	0,0187	0,0064	0,0198	4,7041	19,3270	231,9834	0,9084	12239,1369	0,0854
Línea al CS-5.1.3	21200	420	35460	29,1424	0,816	39,7758	104	1	25	104	0,95	0,6	17,4855	0,8328	0,08	0,0887	0,0132	0,0897	5,6499	19,3492	231,0779	1,2952	2704,4308	1,7495
Línea al CS-5.2.3	40550	420	51130	55,7418	0,816	57,3530	104	1	25	114	0,95	0,6	33,4451	0,8328	0,08	0,0970	0,0140	0,0980	7,3439	19,5859	229,3947	2,0142	2473,8766	2,0908
CGD-5(-2).RX																								
Línea al TE-5.(-2).RX1	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	27	0,85	1	68,7322	0,4164	0,08	0,0181	0,0137	0,0227	5,2405	19,6451	227,6840	2,7449	10679,3143	0,4488
Línea al TE-5.(-2).RX2	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	25	0,85	1	68,7322	0,4164	0,08	0,0173	0,0135	0,0219	5,1833	19,6341	227,7384	2,7216	11048,3018	0,4193
Línea al TE-5.(-2).RX3	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	23	0,85	1	68,7322	0,4164	0,08	0,0165	0,0133	0,0212	5,1261	19,6231	227,7929	2,6984	11440,0297	0,3911
Línea al TE-5.(-2).RX4	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	29	0,85	1	68,7322	0,4164	0,08	0,0190	0,0138	0,0235	5,2978	19,6561	227,6295	2,7681	10331,4735	0,4795
Línea al TE-5.(-2).RX5	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	35	0,85	1	68,7322	0,4164	0,08	0,0215	0,0143	0,0258	5,4695	19,6891	227,4662	2,8379	9400,3638	0,5792
Línea al TE-5.(-2).RX6	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	44	0,85	1	68,7322	0,4164	0,08	0,0252	0,0150	0,0294	5,7271	19,7386	227,2212	2,9426	8261,6387	0,7499

Tabla 41: Líneas del Cuadro General Derivativo 5

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

Línea	P Inst (VA)	V2 (V)	P Adm (VA)	I Inst (A)	F Cor	I cale (A)	I adm (A)	N° Cond	Sec (mm2)	L (m)	cosp	C Sim	I (A)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)	R Tot (Ω)	X Tot (Ω)	Z Tot (Ω)	eR (V)	eX (V)	Vc (V)	e2 (%)	Icc (A)	t (s)
CGD-AA.5(-1).1																								
Línea al TE-AA.5.(-1).1.S01/02/05	31000	420	31000	42,6139	0,816	34,7730	157	1	50	250	0,85	1	42,6139	0,4164	0,0800	0,1061	0,0248	0,1090	8,8442	21,1087	223,8498	4,3826	2224,8241	10,3402
Línea al TE-AA.5.(-1).1.18	120000	420	120000	164,9572	0,816	134,6051	201	1	70	190	0,85	1	164,9572	0,2974	0,0800	0,0585	0,0200	0,0619	13,9793	23,3485	218,3051	6,7511	3919,6870	6,5294
Línea al TE-AA.5.(-1).1.20	100000	420	100000	137,4643	0,816	112,1709	157	1	50	94	0,85	1	137,4643	0,4164	0,0800	0,0412	0,0123	0,0430	9,9819	21,7435	222,5484	4,9385	5642,3100	1,6077
Línea al TE-AA.5.(-1).1.23	85000	420	85000	116,8447	0,816	95,3453	221	1	70	74	0,85	1	116,8447	0,2974	0,0800	0,0240	0,0107	0,0263	7,1311	21,3030	225,2037	3,8043	9213,0464	1,1819
Línea al TE-AA.5.(-1).1.26	24000	420	24000	32,9914	0,816	26,9210	104	1	25	40	0,85	1	32,9914	0,8328	0,0800	0,0353	0,0080	0,0362	5,4875	20,3161	227,1206	2,9855	6691,3664	0,2858
Línea al TE-AA.5.(-1).1.27	92000	420	92000	126,4672	0,816	103,1972	157	1	50	15	0,85	1	126,4672	0,4164	0,08	0,0083	0,0060	0,0102	5,3689	20,8090	226,9618	3,0534	23735,8674	0,0908
Línea al TE-AA.5.(-1).1.31	58000	420	58000	79,7293	0,816	65,0591	129	1	35	59	0,85	1	79,7293	0,5949	0,08	0,0371	0,0095	0,0383	7,2819	20,8102	225,3350	3,7482	6326,3406	0,6266
Línea al TE-AA.5.(-1).1.32	52000	420	52000	71,4815	0,816	58,3289	104	1	25	84	0,85	1	71,4815	0,8328	0,08	0,0720	0,0115	0,0729	9,4674	20,8748	223,4433	4,5563	3326,0598	1,1566
CGD-AA.5(-1).2																								
Línea al TE-AA.5.(-1).2.S06/07/08	31000	420	31000	42,6139	0,816	34,7730	129	1	35	115	0,85	1	42,6139	0,5949	0,08	0,0730	0,0175	0,0751	8,2636	21,6744	224,0453	4,2991	3230,6176	2,4030
Línea al TE-AA.5.(-1).2.S09/10	19000	420	19000	26,1182	0,816	21,3125	129	1	35	77	0,85	1	26,1182	0,5949	0,08	0,0504	0,0145	0,0524	6,4692	21,3063	225,7645	3,5648	4625,8733	1,1720
Línea al TE-AA.5.(-1).2.19	80000	420	80000	109,9715	0,816	89,7367	201	1	70	106	0,85	1	109,9715	0,2974	0,08	0,0361	0,0168	0,0398	9,1242	22,7739	222,7346	4,8590	6089,9429	2,7049
Línea al TE-AA.5.(-1).2.21	19000	420	19000	26,1182	0,816	21,3125	104	1	25	70	0,85	1	26,1182	0,8328	0,08	0,0629	0,0139	0,0644	6,7955	21,2917	225,4949	3,6800	3765,5618	0,9024
Línea al TE-AA.5.(-1).2.22	57000	420	57000	78,3547	0,816	63,9374	104	1	25	56	0,85	1	78,3547	0,8328	0,08	0,0512	0,0128	0,0528	9,1665	21,9300	223,1433	4,6844	4593,5103	0,6064
Línea al TE-AA.5.(-1).2.24	30000	420	30000	41,2393	0,816	33,6513	104	1	25	41	0,85	1	41,2393	0,8328	0,08	0,0387	0,0116	0,0404	6,7503	21,4062	225,4730	3,6893	5999,0463	0,3555
Línea al TE-AA.5.(-1).2.25	56000	420	56000	76,9800	0,816	62,8157	157	1	50	18	0,85	1	76,9800	0,4164	0,08	0,0121	0,0097	0,0155	6,0829	21,6784	225,8968	3,5083	15629,1705	0,2095
Línea al TE-AA.5.(-1).2.28	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	104	1	25	39	0,85	1	68,7322	0,8328	0,08	0,0371	0,0114	0,0388	7,7005	21,7135	224,5034	4,1035	6252,7834	0,3273
Línea al TE-AA.5.(-1).2.29	45000	420	45000	61,8590	0,816	50,4769	104	1	25	57	0,85	1	61,8590	0,8328	0,08	0,0521	0,0129	0,0536	8,3731	21,7241	223,9261	4,3500	4522,6123	0,6256
Línea al TE-AA.5.(-1).2.30	43000	420	43000	59,1097	0,816	48,2335	129	1	35	75	0,85	1	59,1097	0,5949	0,08	0,0492	0,0143	0,0512	8,0612	21,7739	224,1650	4,2480	4733,0857	1,1195

Tabla 42: Líneas de Cuadros Generales Aire Acondicionado

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

Línea	P Inst (VA)	V2 (V)	P Adm (VA)	I Inst (A)	F Cor	I calc (A)	I adm (A)	Nº Cond	Sec (mm2)	L (m)	cosφ	C Sim	I (A)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)	R Tot (Ω)	X Tot (Ω)	Z Tot (Ω)	eR (V)	eX (V)	Vc (V)	e2 (%)	Icc (A)	t (s)
CGD-7(A)																								
Línea al CS-7.(-1).2	61150	420	82830	84,0594	0,816	92,9112	104	1	25	79	0,95	0,69	58,0010	0,8328	0,0800	0,0691	0,0114	0,0701	8,6190	20,1847	227,9964	2,6114	3460,5234	1,0685
Línea al CS-7.0.1	76350	420	90610	104,9540	0,816	101,6381	129	1	35	83	0,95	0,69	72,4183	0,5949	0,0800	0,0527	0,0117	0,0540	8,4268	20,3725	228,1204	2,5585	4489,7659	1,2441
Línea al CS-7.0.2	37950	420	55890	52,1677	0,816	62,6923	104	1	25	58	0,95	0,69	35,9957	0,8328	0,0800	0,0516	0,0097	0,0526	6,4681	19,8729	230,1371	1,6970	4613,7820	0,6011
Línea al CS-7.1.1	76350	420	90610	104,9540	0,816	101,6381	129	1	35	87	0,95	0,69	72,4183	0,5949	0,0800	0,0551	0,0121	0,0564	8,5991	20,3956	227,9494	2,6315	4299,3162	1,3568
Línea al CS-7.1.2	71800	420	86060	98,6994	0,816	96,5343	129	1	35	62	0,95	0,69	68,1026	0,5949	0,0800	0,0402	0,0101	0,0415	7,3485	20,2074	229,1962	2,0989	5848,0932	0,7333
Línea al CS-7.2.1	76350	420	90610	104,9540	0,816	101,6381	129	1	35	93	0,95	0,69	72,4183	0,5949	0,0800	0,0587	0,0125	0,0600	8,8576	20,4304	227,6930	2,7410	4042,0395	1,535
Línea al CS-7.2.3	47100	420	57680	64,7457	0,816	64,7002	104	1	25	77	0,95	0,69	44,6745	0,8328	0,0800	0,0675	0,0113	0,0684	7,6233	20,0253	228,9921	2,1861	3544,9743	1,0182
Línea al CS-7.2.4	31950	420	46210	43,9199	0,816	51,8342	104	1	25	53	0,95	0,69	30,3047	0,8328	0,0800	0,0475	0,0093	0,0484	6,0480	19,8053	230,5573	1,5175	5010,8303	0,5096
Línea al CS-7.3.1	76350	420	90610	104,9540	0,816	101,6381	129	1	35	94	0,95	0,69	72,4183	0,5949	0,0800	0,0593	0,0126	0,0606	8,9007	20,4362	227,6503	2,7593	4002,1155	1,5658
Línea al CS-7.3.AS	110000	420	110000	151,2108	0,816	123,3880	271	1	95	30	0,95	0,8	120,9686	0,2192	0,0800	0,0099	0,0075	0,0124	5,8090	20,4295	230,5895	1,5038	19500,2630	0,4859
CGD-7(B)																								
Línea al CS-7.(-2).1	48200	420	58780	66,2578	0,816	65,9341	104	1	25	16	0,95	0,6	39,7547	0,8328	0,0800	0,0192	0,0113	0,0223	4,9870	19,5966	231,6304	1,0592	10883,3453	0,108
Línea al CS-7.(-2).2	45200	420	63140	62,1339	0,816	70,8247	104	1	25	44	0,95	0,6	37,2803	0,8328	0,0800	0,0425	0,0136	0,0446	5,5782	19,6520	231,0515	1,3064	5435,1740	0,4331
Línea al CS-7.(-2).3	37750	420	52010	51,8928	0,816	58,3401	104	1	25	68	0,95	0,6	31,1357	0,8328	0,0800	0,0625	0,0155	0,0644	6,1701	19,6284	230,4966	1,5435	3766,5897	0,9019
Línea al CS-7.(-2).4	43150	420	57410	59,3159	0,816	64,3973	104	1	25	98	0,95	0,6	35,5895	0,8328	0,0800	0,0875	0,0179	0,0893	7,3375	19,7828	229,3393	2,0378	2715,9850	1,7346
Línea al CS-7.(-1).1	26650	420	37230	36,6342	0,816	41,7612	104	1	25	16	0,95	0,6	21,9805	0,8328	0,0800	0,0192	0,0113	0,0223	4,6461	19,3950	232,0172	0,8939	10883,3453	0,108
Línea al CS-7.0.3	35890	420	53830	49,3360	0,816	60,3816	104	1	25	68	0,95	0,6	29,6016	0,8328	0,0800	0,0625	0,0155	0,0644	6,0742	19,6046	230,5951	1,5014	3766,5897	0,9019
Línea al CS-7.2.2	35800	420	46380	49,2122	0,816	52,0249	104	1	25	29	0,95	0,6	29,5273	0,8328	0,0800	0,0300	0,0124	0,0325	5,1105	19,5113	231,5397	1,0979	7470,5703	0,2293
Línea al CS-7.3.2	48000	420	60880	65,9829	0,816	68,2896	104	1	25	30	0,95	0,6	39,5897	0,8328	0,0800	0,0308	0,0125	0,0333	5,4454	19,6390	231,1817	1,2508	7290,6002	0,2407

Tabla 43: Líneas de Cuadro General Derivativo 7

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

Línea	P Inst (VA)	V2 (V)	P Adm (VA)	I Inst (A)	F Cor	I calc (A)	I adm (A)	Nº Cond	Sec (mm2)	L (m)	cosp	C Sim	I (A)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)	R Tot (Ω)	X Tot (Ω)	Z Tot (Ω)	eR (V)	eX (V)	Vc (V)	e2 (%)	Icc (A)	t (s)
CGD-7.(-2).RX																								
Línea al TE-5.(-2).RX1	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	21	0,85	1	68,7322	0,4164	0,0800	0,0159	0,0089	0,0182	5,4140	19,0908	227,8285	2,6831	13300,8540	0,2893
Línea al TE-5.(-2).RX2	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	39	0,85	1	68,7322	0,4164	0,0800	0,0234	0,0104	0,0256	5,9292	19,1898	227,3385	2,8925	9477,2526	0,5698
Línea al TE-5.(-2).RX3	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	12	0,85	1	68,7322	0,4164	0,0800	0,0122	0,0082	0,0147	5,1564	19,0413	228,0735	2,5785	16540,8616	0,1871
Línea al TE-5.(-2).RX4	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	41	0,85	1	68,7322	0,4164	0,0800	0,0242	0,0105	0,0264	5,9864	19,2008	227,2840	2,9157	9180,5339	0,6073
Línea al TE-5.(-2).RX5	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	41	0,85	1	68,7322	0,4164	0,0800	0,0242	0,0105	0,0264	5,9864	19,2008	227,2840	2,9157	9180,5339	0,6073
Línea al TE-5.(-2).RX6	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	42	0,85	1	68,7322	0,4164	0,0800	0,0246	0,0106	0,0268	6,0150	19,2063	227,2568	2,9273	9038,8683	0,6265
Línea al TE-5.(-2).RX7	50000	420	50000	68,7322	0,816	56,0855	157	1	50	42	0,85	1	68,7322	0,4164	0,0800	0,0246	0,0106	0,0268	6,0150	19,2063	227,2568	2,9273	9038,8683	0,6265
Línea al TE-5.(-2).RX8	25000	420	25000	34,3661	0,816	28,0427	157	1	50	54	0,85	1	34,3661	0,4164	0,0800	0,0296	0,0116	0,0318	5,3398	18,8750	228,0052	2,6076	7621,6758	0,8811
Línea al TE-5.(-2).RX9	25000	420	25000	34,3661	0,816	28,0427	157	1	50	54	0,85	1	34,3661	0,4164	0,0800	0,0296	0,0116	0,0318	5,3398	18,8750	228,0052	2,6076	7621,6758	0,8811
CGD-7.3.AS																								
Línea al TE-7.3.AS.7	22000	420	22000	30,2422	0,816	24,6776	81,6	1	16	28	0,85	1	30,2422	1,3013	0,0800	0,0464	0,0097	0,0474	7,2108	20,7240	225,4408	3,7030	5119,4032	0,2000
Línea al TE-7.3.AS.8	22000	420	22000	30,2422	0,816	24,6776	81,6	1	16	26	0,85	1	30,2422	1,3013	0,0800	0,0438	0,0096	0,0448	7,1321	20,7192	225,5103	3,6734	5414,0974	0,1788
Línea al TE-7.3.AS.9	22000	420	22000	30,2422	0,816	24,6776	81,6	1	16	22	0,85	1	30,2422	1,3013	0,0800	0,0385	0,0093	0,0396	6,9747	20,7095	225,6492	3,6140	6116,7412	0,1401
Línea al TE-7.3.AS.10	22000	420	22000	30,2422	0,816	24,6776	81,6	1	16	19	0,85	1	30,2422	1,3013	0,0800	0,0346	0,0090	0,0358	6,8567	20,7023	225,7534	3,5695	6773,8019	0,1142
Línea al TE-7.3.AS.11	22000	420	22000	30,2422	0,816	24,6776	81,6	1	16	16	0,85	1	30,2422	1,3013	0,0800	0,0307	0,0088	0,0320	6,7386	20,6950	225,8575	3,5250	7585,2281	0,0911

Tabla 44: Líneas de Cuadro General Derivativo 7

Para lograr una mayor aclaración de los cálculos hallados explicaremos qué significan cada uno de los datos:

- Z = Impedancia de fase del conductor (Ω).
- R = Resistencia de fase del conductor (Ω).
- X = Reactancia de fase del conductor (Ω).
- P_{cc} = Potencia de cortocircuito en A.T. (MVA).
- U_2 = Tensión del secundario del transformador (B.T.) en vacío (V).
- P_t = Potencia nominal del transformador (kVA).
- V_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador en porcentaje.
- W_c = Pérdidas en el cobre para los devanados del transformador. Se obtienen de un ensayo de cortocircuito, (W).
- L = Longitud (m).
- N = Número de conductores por fase.
- S = Sección del conductor utilizado, tomado del REBT (mm^2).
- R = Resistencia específica del conductor a la temperatura de 70°C (Ω/km).
- X = Reactancia específica del conductor (Ω/km).
- eR = Caída de tensión por fase en la resistencia a plena carga (V).
- eX = Caída de tensión por fase en la reactancia a plena carga (V).
- eZ = Caída de tensión por fase en la impedancia a plena carga (V).
- $\cos\phi$ = Factor de potencia.
- $e(\%)$ = Caída de tensión por fase en porcentaje.
- V_2 = Tensión de fase en el secundario del transformador en vacío (V).
- V_c = Tensión de fase en bornes de la carga (V).
- V_{co} = Tensión de fase en bornes del transformador a plena carga (V).
- I_{cc2} = Intensidad de cortocircuito trifásico máximo en valor eficaz (kA).
- I_{adm} = Intensidad máxima admisible por el circuito, según REBT (A).
- I_{inst} = Intensidad por fase obtenida para la potencia instalada, (A).
- I = Intensidad por fase obtenida a de plena carga aplicando coeficientes de simultaneidad (A).
- t = Tiempo máximo que puede mantenerse el circuito en servicio, actuando la corriente de cortocircuito en él (s).

15.2.Cálculo de Protecciones

A continuación se van a mostrar los valores de protecciones que se han empleado en la instalación, tanto para la protección de cuadros generales derivativos, como para tomas eléctricas y cuadros secundarios. Para la correcta comprensión de las tablas debemos comprender los siguientes puntos:

- Los valores mostrados en la tabla son correspondientes a interruptores magnetotérmicos automáticos que protegen ante sobrecargas y cortocircuitos.
- Sólo están mostrados los valores de corriente nominal, aunque a la hora de seleccionar el elemento de protección, tenemos que prestar atención también a la corriente de cortocircuito (poder de corte) y al tiempo de disparo cuando se produce el cortocircuito, valores calculados y disponibles en las tablas de cálculo de líneas.
- Existen en numerosos puntos interruptores automáticos regulables, que con una corriente nominal máxima indicada, podrán regularse en función de la potencia instalada que haya, debido a que, si se aumenta la potencia al aprovechar las zonas de reserva, tendríamos que cambiar la protección o, en este caso, simplemente regularla.
- Tal y como se ha mostrado en el esquema anterior, existen interruptores de carga que no serán mostrados en esta tabla. Los valores de los interruptores de corte en carga se corresponderán con el valor de los interruptores automáticos que tendrán aguas arriba. Por ejemplo, la acometida A del Cuadro General Derivativo 1 está protegida por un interruptor magnetotérmico de 800A. Por lo que, tras él, existirá un interruptor de corte en carga del mismo valor (800A), antes de derivar la línea a los cuadros secundarios correspondientes.
- En la tabla se han mostrado los valores de corriente que circulará por la línea y la corriente admisible por el conductor. Hay que recordar que la corriente nominal de las protecciones ha de estar entre ambos valores para que la protección sea adecuada.

Nota: Se debe aclarar que en todo momento hay que **mantener la selectividad de disparo de las protecciones**. Ya que si existiera un cortocircuito en una toma de alumbrado y todos los interruptores automáticos disparasen por igual, estaríamos provocando cortes de alimentación a zonas donde en realidad no sería necesario. Por ello las protecciones deben ser selectivas, ya sea por el tiempo de apertura del interruptor o por la sensibilidad que adquieran como es el caso de los interruptores diferenciales.

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

Línea	Protección (A)	I circula (A)	I adm (A)	Línea	Protección (A)	I circula (A)	I adm (A)	Línea	Protección (A)	I circula (A)	I adm (A)
Línea al CGD-1(A)	800	723,6952999	836	Línea al CGD-1(B)				Línea al CGD-5(B)			
Línea al CGD-1(B)	630	554,2084868	631	Línea al CS-1.(-1).1	160 Regulable	74,24592496	104	Línea al CS-5.0.1	160 Regulable	58,19426782	104
Línea al CGD-5(A)	800	777,8303004	989	Línea al CS-1.(-1).2	160 Regulable	32,93337901	104	Línea al CS-5.0.2	160 Regulable	60,28064673	104
Línea al CGD-5(B)	400	397,8525324	495	Línea al CS-1.0.1	160 Regulable	58,50834637	104	Línea al CS-5.0.3	160 Regulable	78,17190679	104
Línea al CGD-7(A)	1000	909,1842829	1092	Línea al CS-1.0.3	160 Regulable	78,21677515	104	Línea al CS-5.0.4	160 Regulable	43,66813505	104
Línea al CGD-7(B)	630 Regulable	487,623571	495	Línea al CS-1.0.4	160 Regulable	61,36870456	104	Línea al CS-5.1.1	160 Regulable	55,78259327	104
Línea al CGD-5(-2).RX	630 Regulable	340,4717016	495	Línea al CS-1.1.1	160 Regulable	50,71246816	104	Línea al CS-5.1.3	160 Regulable	39,77580449	104
Línea al CGD-AA.5.(-1).1	800	637,8169877	1484	Línea al CS-1.1.4	160 Regulable	51,83417725	104	Línea al CS-5.2.3	160 Regulable	57,352986	104
Línea al CGD-AA.5.(-1).2	800	483,4698163	1484	Línea al CS-1.2.1	160 Regulable	47,53803142	104	Línea al CGD-5(-2).RX			
Línea al TE-AA.5.3.1	400	229,2509457	495	Línea al CS-1.2.3	160 Regulable	47,53803142	104	Línea al TE-5.(-2).RX1	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al TE-AA.5.3.2	630	422,18491	631	Línea al TE-1,0,5,1 a 8	160 Regulable	44,86836378	129	Línea al TE-5.(-2).RX2	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al TE-AA.5.3.3	630 Regulable	261,0283046	495	Línea al CGD-5(A)				Línea al TE-5.(-2).RX3	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al TE-AA.5.3.3E	250	128,2443409	271	Línea al CS-5.(-2).1	160 Regulable	62,26607183	104	Línea al TE-5.(-2).RX4	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al TE-AA.5.3.4	630	340,4717016	631	Línea al CS-5.(-2).2	160 Regulable	64,09445766	104	Línea al TE-5.(-2).RX5	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al CGD-7.(-2).RX	630	453,9622688	631	Línea al CS-5.(-2).3	160 Regulable	69,59083222	104	Línea al TE-5.(-2).RX6	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al CGD-1(A)				Línea al CS-5.(-2).4	160 Regulable	45,57504051	104	Línea al CGD-AA.5(-1).1			
Línea al CS-1.(-2).1	160 Regulable	106,4501931	129	Línea al CS-5.(-1).1	160 Regulable	110,4995629	129	Línea al TE-AA.5.(-1).1.S01/02/05	160 Regulable	34,77298193	157
Línea al CS-1.(-2).2	160 Regulable	66,3939613	104	Línea al CS-5.1.2	160 Regulable	102,9055923	129	Línea al TE-AA.5.(-1).1.18	250 Regulable	134,6050913	201
Línea al CS-1.(-2).3	160 Regulable	87,42600682	104	Línea al CS-5.2.1	160 Regulable	31,02647355	104	Línea al TE-AA.5.(-1).1.20	160 Regulable	112,1709094	157
Línea al CS-1.0.2	160 Regulable	73,74115587	104	Línea al CS-5.2.2A	160 Regulable	93,25889411	104	Línea al TE-AA.5.(-1).1.23	250 Regulable	95,34527303	221
Línea al CS-1.1.2	160 Regulable	89,52360283	129	Línea al CS-5.2.2B	160 Regulable	84,12818208	129	Línea al TE-AA.5.(-1).1.26	160 Regulable	26,92101827	104
Línea al CS-1.1.3	160 Regulable	110,6117338	129	Línea al TE-AA.5.(-1).25E	160 Regulable	56,08545472	129	Línea al TE-AA.5.(-1).1.27	160 Regulable	103,1972367	157
Línea al CS-1.2.2A	160 Regulable	97,00540249	104	Línea al TE-AA.5.(-1).27E	160 Regulable	49,35520015	129	Línea al TE-AA.5.(-1).1.31	160 Regulable	65,05912748	129
Línea al CS-1.2.2B	160 Regulable	84,12818208	129					Línea al TE-AA.5.(-1).1.32	160 Regulable	58,32887291	104

Tabla 45: Protecciones Seleccionadas

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

Línea	Protección (A)	I circula (A)	I adm (A)	Línea	Protección (A)	I circula (A)	I adm (A)
				Línea al CGD-7(B)			
Línea al CGD-AA.5(-1).2				Línea al CS-7.(-2).1	160 Regulable	65,93406057	104
Línea al TE-AA.5.(-1).2.S06/07/08	160 Regulable	34,77298193	129	Línea al CS-7.(-2).2	160 Regulable	70,82471222	104
Línea al TE-AA.5.(-1).2.S09/10	160 Regulable	21,31247279	129	Línea al CS-7.(-2).3	160 Regulable	58,34009	104
Línea al TE-AA.5.(-1).2.19	250 Regulable	89,73672755	201	Línea al CS-7.(-2).4	160 Regulable	64,39731911	104
Línea al TE-AA.5.(-1).2.21	160 Regulable	21,31247279	104	Línea al CS-7.(-1).1	160 Regulable	41,76122959	104
Línea al TE-AA.5.(-1).2.22	160 Regulable	63,93741838	104	Línea al CS-7.0.3	160 Regulable	60,38160055	104
Línea al TE-AA.5.(-1).2.24	160 Regulable	33,65127283	104	Línea al CS-7.2.2	160 Regulable	52,0248678	104
Línea al TE-AA.5.(-1).2.25	160 Regulable	62,81570929	157	Línea al CS-7.3.2	160 Regulable	68,28964967	104
Línea al TE-AA.5.(-1).2.28	160 Regulable	56,08545472	104	Línea al CGD-7.(-2).RX			
Línea al TE-AA.5.(-1).2.29	160 Regulable	50,47690925	104	Línea al TE-5.(-2).RX1	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al TE-AA.5.(-1).2.30	160 Regulable	48,23349106	129	Línea al TE-5.(-2).RX2	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al CGD-7(A)				Línea al TE-5.(-2).RX3	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al CS-7.(-1).2	160 Regulable	92,91116429	104	Línea al TE-5.(-2).RX4	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al CS-7.0.1	160 Regulable	101,638061	129	Línea al TE-5.(-2).RX5	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al CS-7.0.2	160 Regulable	62,69232129	104	Línea al TE-5.(-2).RX6	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al CS-7.1.1	160 Regulable	101,638061	129	Línea al TE-5.(-2).RX7	160 Regulable	56,08545472	157
Línea al CS-7.1.2	160 Regulable	96,53428467	129	Línea al TE-5.(-2).RX8	160 Regulable	28,04272736	157
Línea al CS-7.2.1	160 Regulable	101,638061	129	Línea al TE-5.(-2).RX9	160 Regulable	28,04272736	157
Línea al CS-7.2.3	160 Regulable	64,70018057	104	Línea al CGD-7.3.AS			
Línea al CS-7.2.4	160 Regulable	51,83417725	104	Línea al TE-7.3.AS.7	63	24,67760008	81,6
Línea al CS-7.3.1	160 Regulable	101,638061	129	Línea al TE-7.3.AS.8	63	24,67760008	81,6
Línea al CS-7.3.AS	250	123,3880004	271	Línea al TE-7.3.AS.9	63	24,67760008	81,6
				Línea al TE-7.3.AS.10	63	24,67760008	81,6
				Línea al TE-7.3.AS.11	63	24,67760008	81,6

Tabla 46: Protecciones Seleccionadas

15.3. Cálculos Generales del Centro de Transformación

- Intensidad de Alta Tensión

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1600000}{\sqrt{3} \cdot 15000} = 61,58A$$

Donde el significado de cada variable es:

S	Potencia Nominal del Transformador
U	Tensión en el lado de Alta del Transformador
I_p	Intensidad de Alta Tensión

- Intensidad de Baja Tensión

$$I_s = \frac{S \cdot W_{Fe} \cdot W_{Cu}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1600000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 2309,4A$$

Donde el significado de cada variable es:

S	Potencia Nominal del Transformador
U	Tensión en el lado de Baja del Transformador
W_{Fe}	Potencia Perdida en el Hierro
W_{Cu}	Potencia Perdida en el Cobre
I_s	Intensidad de Alta Tensión

Se han considerado despreciables las pérdidas tanto en el cobre como en el hierro.

- Intensidades de Cortocircuito

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{350000000}{\sqrt{3} \cdot 15000} = 13,27kA$$

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s} = \frac{1600000}{\sqrt{3} \cdot \frac{6}{100} \cdot 400} = 38490A$$

Donde el significado de cada variable es:

S_{cc}	Potencia de Cortocircuito de la Línea
U	Tensión en el lado de Alta del Transformador
I_{ccp}	Corriente de Cortocircuito de Alta Tensión
I_{ccs}	Corriente de Cortocircuito de Baja Tensión
S	Potencia Nominal del Transformador
U_{cc}	Tensión de Cortocircuito del Transformador
U_s	Tensión de Baja Tensión en el Transformador

La potencia de cortocircuito de la línea será un dato entregado por la compañía. U_{cc} se considera 6%.

La instalación de puesta a tierra se va a hacer con los catálogos de recomendaciones de UNESA. Y se seguirá la selección de criterios económicos de la siguiente manera:

- Profundidad
- Número de Picas
- Longitud de Picas

Con ello se quiere mencionar que el elemento más caro sería la profundidad por lo que se empleará la menor profundidad posible, siguiendo el orden establecido de criterios.

Para llevar a cabo la instalación debemos conocer algunos parámetros:

- Resistividad del Terreno (Realizado estudio en el terreno):

$$\rho = 240 \Omega m$$

- Impedancia de conexión de Neutro (Dato de la compañía):

$$R_N = 0\Omega \quad X_N = 30\Omega$$

- Longitudes de líneas (Datos presupuestos):

$$L_a = 2km \quad L_b = 8km$$

- Tensión máxima de aislamiento de Baja Tensión:

$$U_{BT} = 6kV$$

- Resistividad del hormigón:

$$\rho' = 3000 \Omega m$$

- Hallamos Corriente de Defecto Máxima y Resistencia de Puesta Tierra Máxima:

$$I_{d\max} = \frac{U_{N\text{ Red}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_T + R_N)^2 + (X_N)^2}} \quad R_t = \frac{U_{BT}}{I_{d\max}}$$

- Resolviendo el sistema de ecuaciones hallamos $I_{d\max}$ y R_t :

$$I_{d\max} = 208,17A \quad R_t = 28,82\Omega$$

Una vez tenemos estos datos introducidos, podemos comenzar a dimensionar la puesta a tierra del centro de transformación:

- Dimensionamos la característica $k_r \leq 0,12\Omega/\Omega m$ del sistema de tierras:

$$k_r \leq \frac{R_t}{\rho} = 0,12\Omega/\Omega m$$

Con este valor, la configuración de tierras 30x30cm y las tablas de configuraciones UNESA hallamos un sistema de tierras adecuado y comenzamos a comprobar. En nuestro caso vamos a emplear 30-30/5/44. Comprobamos que cumple las magnitudes necesarias:

- Valores característicos:

$$k_r = 0,086 \frac{\Omega}{\Omega m} \quad k_p = 0,0193 \frac{\Omega}{\Omega m} \quad k_c = 0,0385 \Omega / \Omega m$$

- Resistencia de puesta a tierra:

$$R_t = \rho \cdot k_r = 20,64 \Omega$$

- Capacidad:

$$C = 0,006 \cdot L_a + 0,25 \cdot L_b = 2,012 \mu F$$

- Reactancia capacitiva:

$$X = \frac{1}{3 \cdot C \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 527,35 \Omega$$

- Intensidad de defecto con neutro puesto a tierra:

$$I_d = \frac{V_L}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_T + R_N)^2 + (X_C + X_N)^2}} = \frac{15 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(20,64 + 0)^2 + (527,35 + 30)^2}} = 15,52 A$$

- Tensión de paso máxima:

$$V_{p \max} = k_p \cdot \rho \cdot I_d = 71,88 V$$

- Tensión de contacto máxima:

$$V_{c \max} = k_c \cdot \rho \cdot I_d = 143,40 V$$

- Tensión de defecto:

$$V_d = R_t \cdot I_d = 320,33 V$$

- Tensión de paso admisible (K=72, n=1, t=0,5s):

$$\frac{10K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6\rho}{1000}\right) = 3513,6 V$$

- Tensión de contacto admisible:

$$\frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5\rho}{1000}\right) = 195,84 V$$

- Tensión de paso de acceso admisible:

$$\frac{10K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000}\right) = 15636,8V$$

- Comprobamos resultados:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| ○ $V_{p\ max} < V_{p\ adm}$ | Correcto |
| ○ $V_{c\ max} < V_{c\ adm}$ | Correcto |
| ○ $V_{c\ max} < V_{p\ acceso\ adm}$ | Correcto |
| ○ $V_d < U_{BT}$ | Correcto |
| ○ $V_d < 1kV$ | No se Separan Tierras |

15.4.Estudios Luminotécnicos

Sala Personal

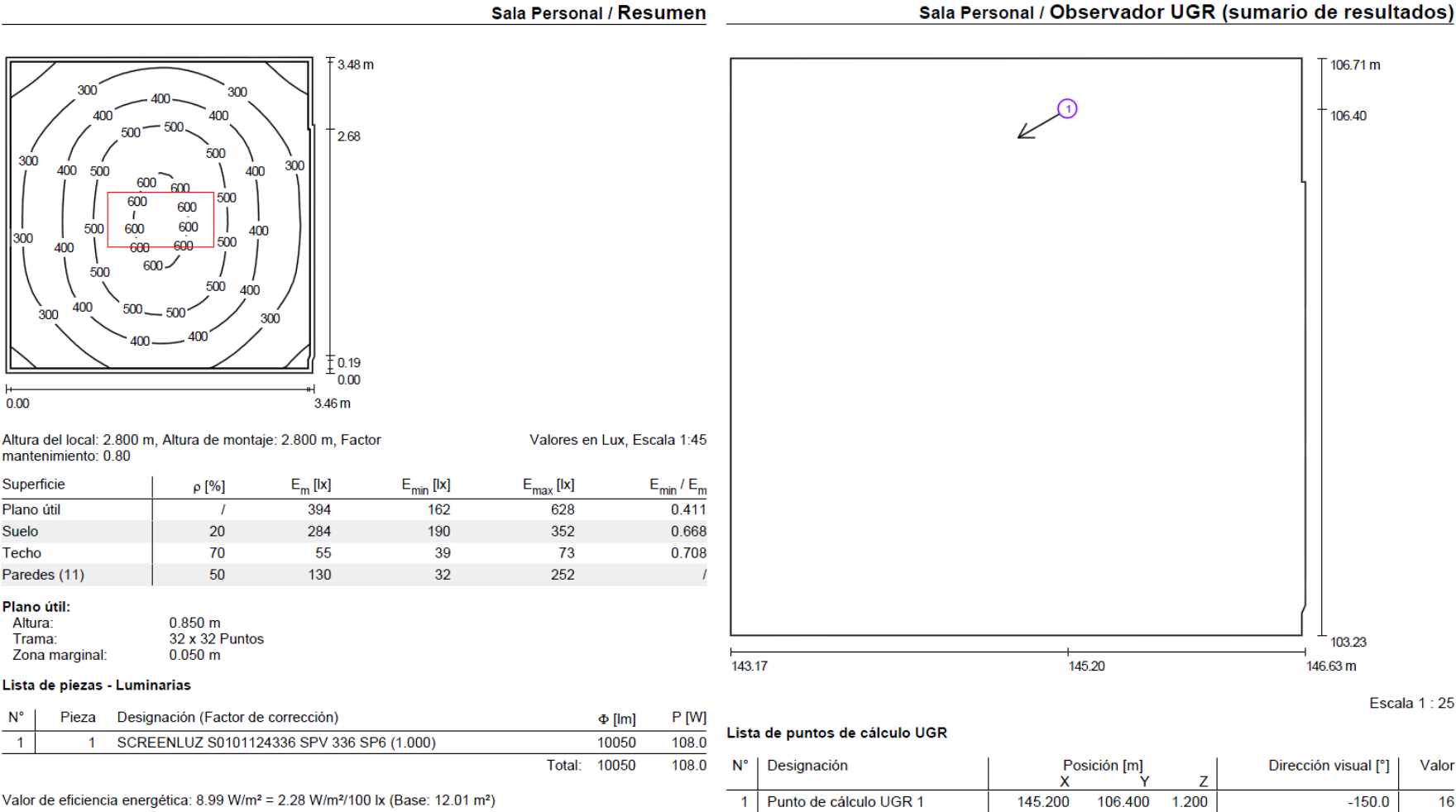


Figura 69: Cálculo Luminotécnico Sala Personal

Sala de Admisión

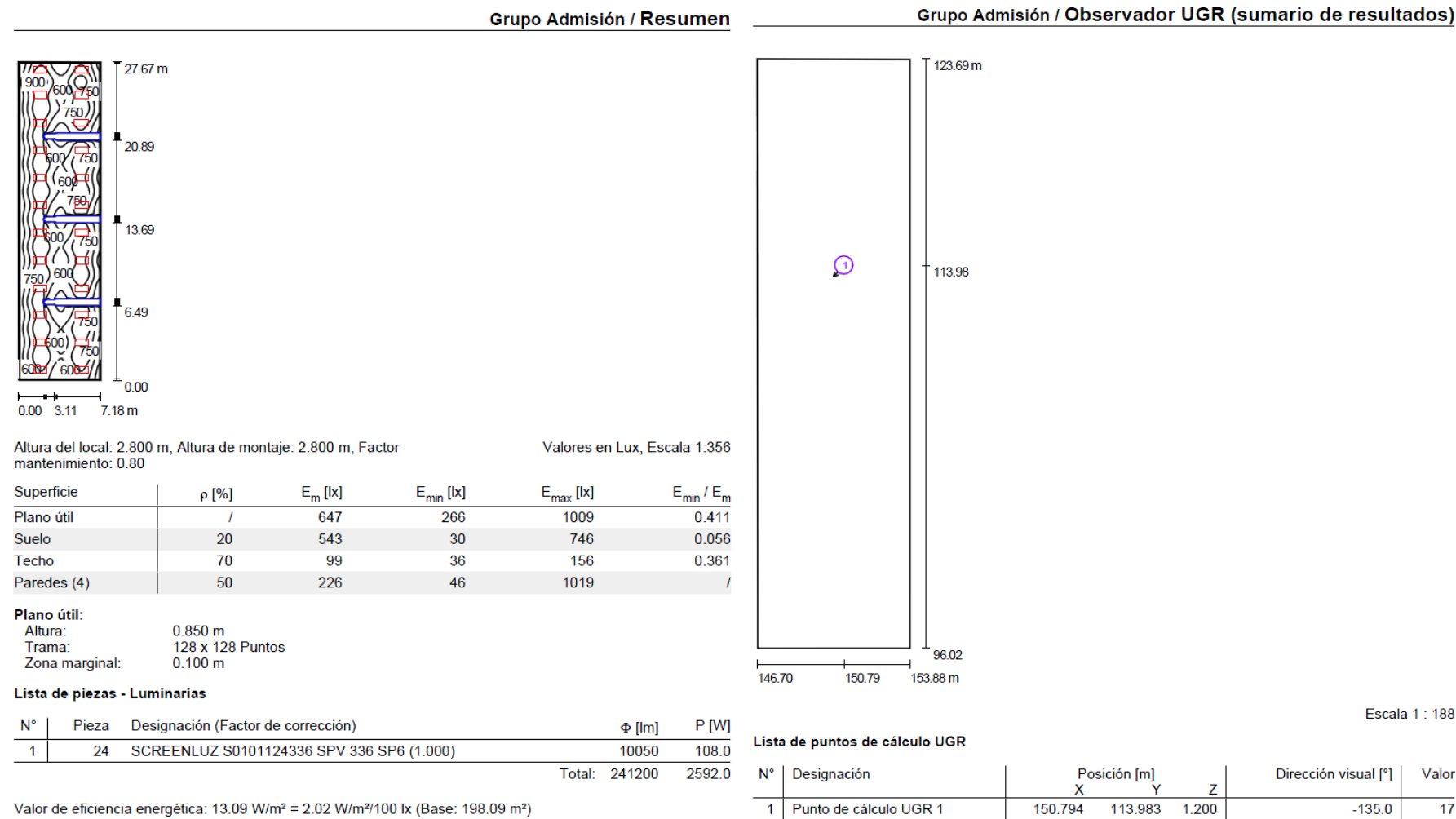


Figura 70: Cálculo Luminotécnico Sala de Admisión

Biblioteca

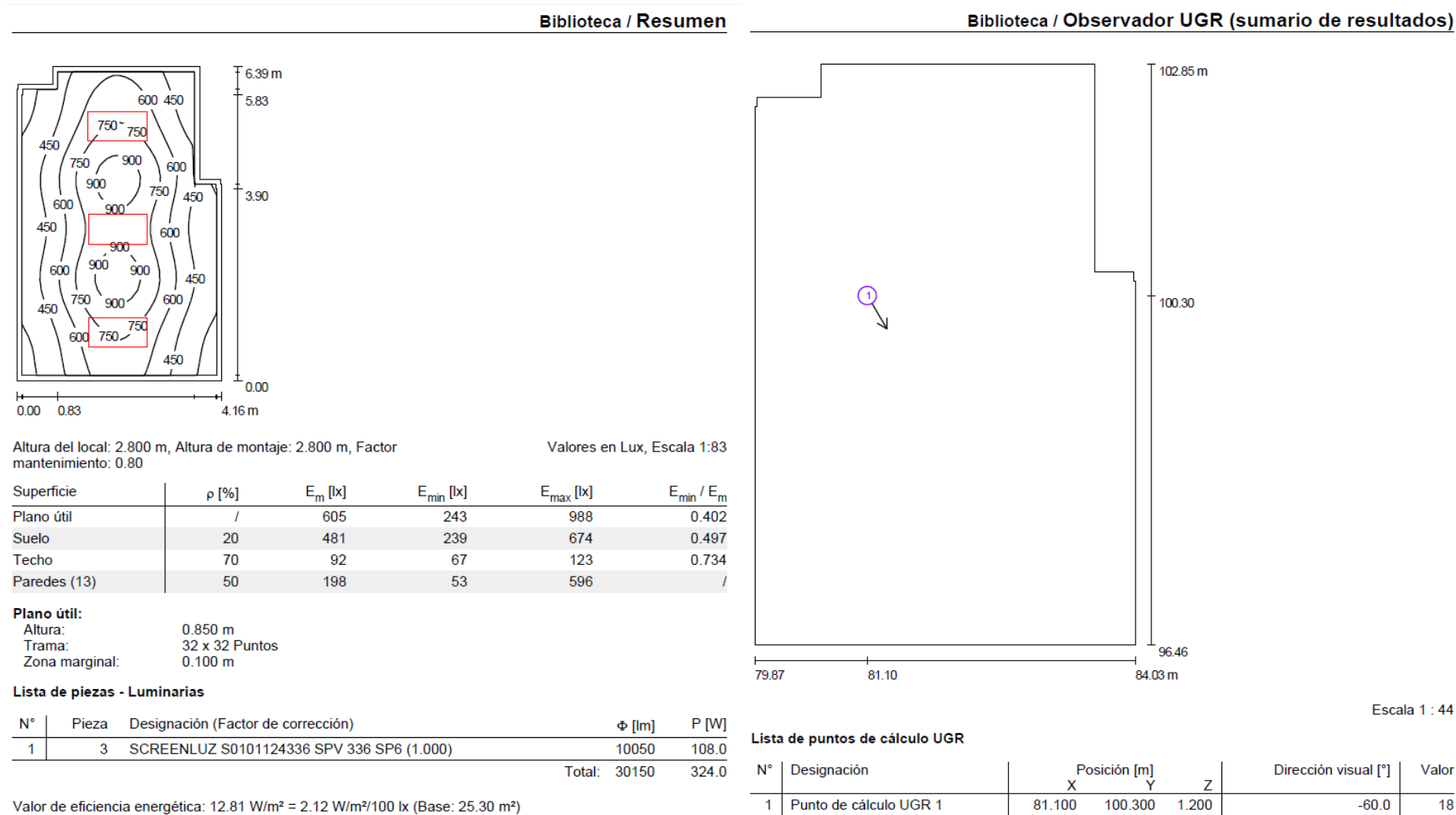


Figura 71: Cálculo Luminotécnico Biblioteca

Aseo

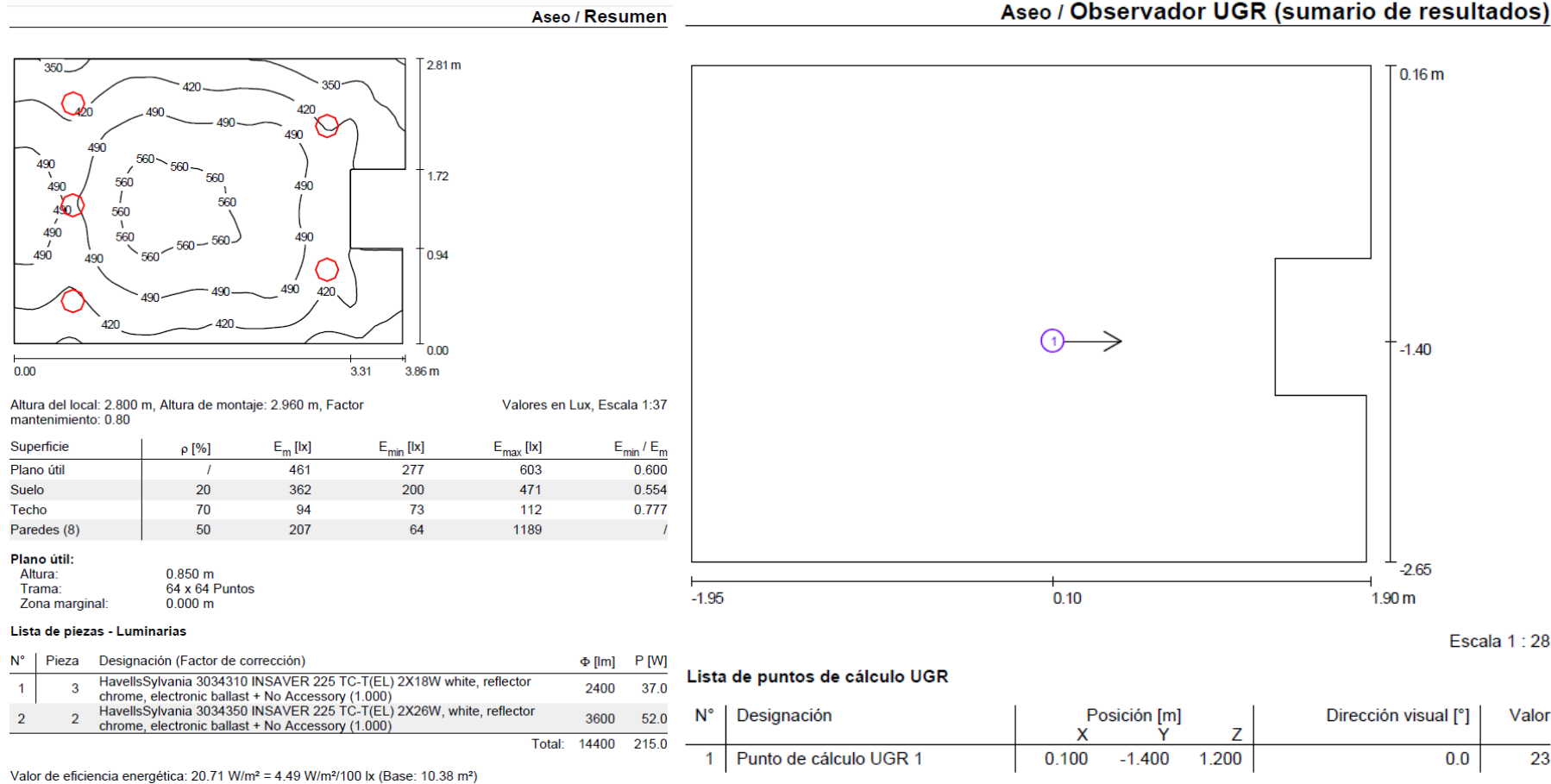
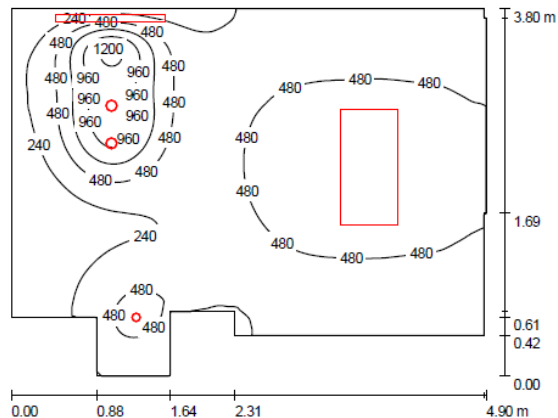


Figura 72: Cálculo Luminotécnico Aseo

Habitación General

Habitación General / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:49

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	439	90	1261	0.205
Suelo	20	352	130	774	0.371
Techo	70	80	49	114	0.615
Paredes (14)	50	154	38	422	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

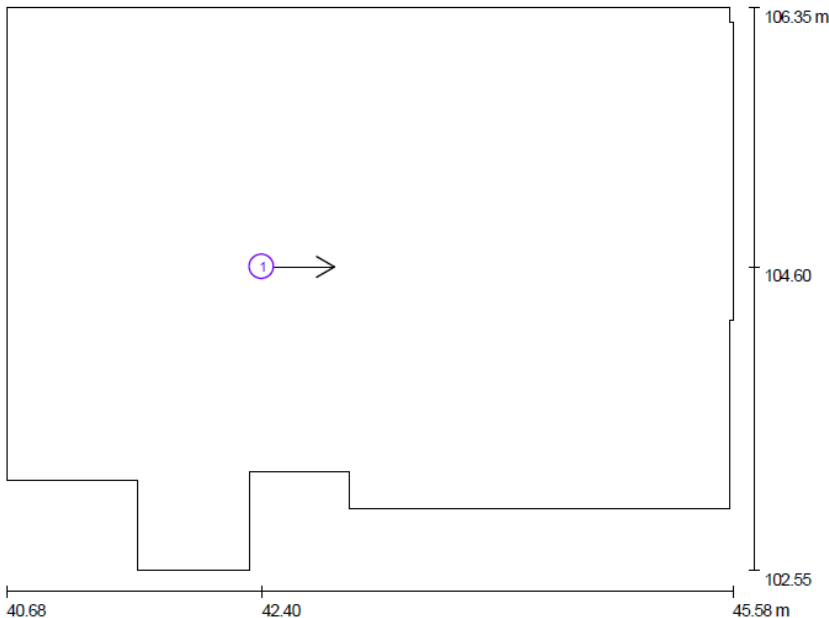
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	1	HavellsSylvania 3020390 Instar Classic 55/70 Flush QR-CB51 50W 38 degree (1.000)	950	50.0
2	2	HavellsSylvania 3080370 INSET PRO 95 COMFORT HI-SPOT ES63, Brushed aluminium + 75W/25dg (1.000)	980	75.0
3	1	LAMP 8547950 HOSPITAL 2x14/24W DIR. (1.000)	3500	48.0
4	1	SCREENLUZ S0101124336 SPV 336 SP6 (1.000)	10050	108.0

Total: 16460 356.0

Valor de eficiencia energética: 21.57 W/m² = 4.92 W/m²/100 lx (Base: 16.51 m²)

Habitación General / Observador UGR (sumario de resultados)



Escala 1 : 36

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	42.400	104.600	1.200	0.0	18

Figura 73: Cálculo Luminotécnico Habitación General

Habitación Enfermería

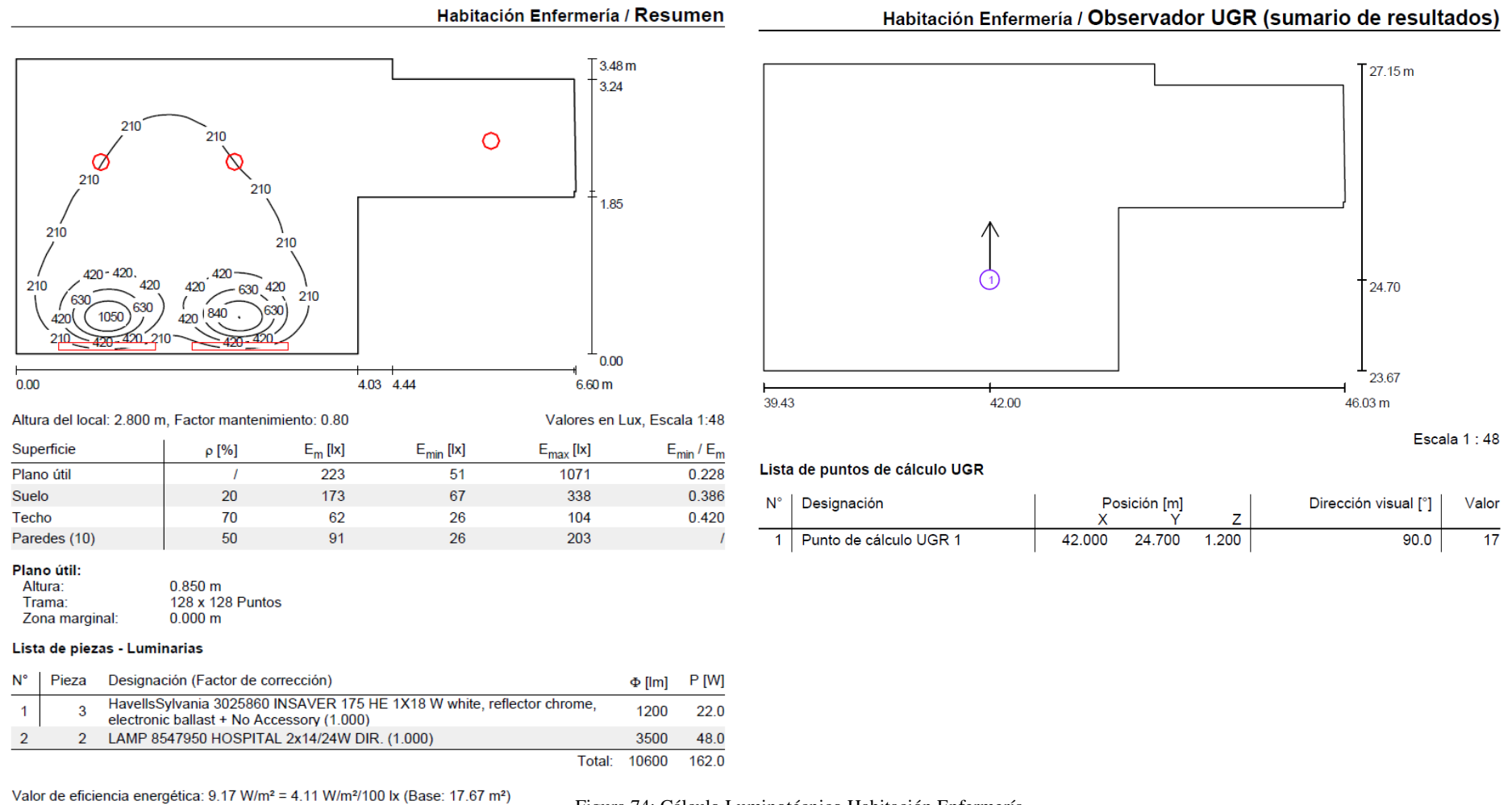


Figura 74: Cálculo Luminotécnico Habitación Enfermería

Pasillo Zona Enfermería

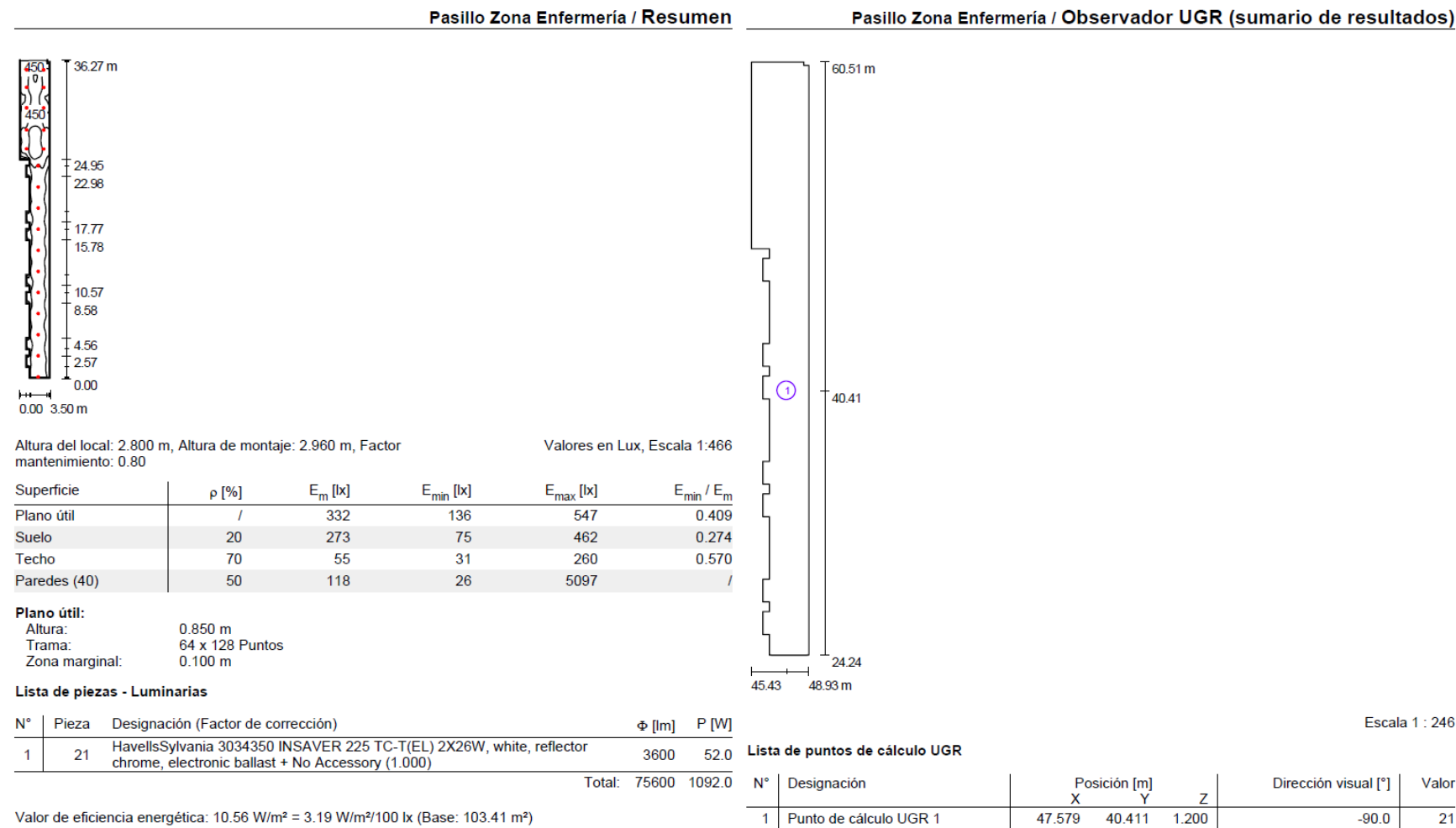
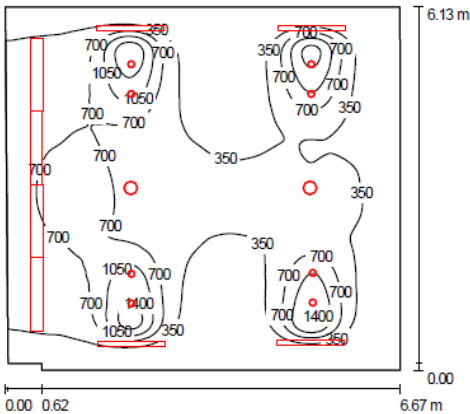


Figura 75: Cálculo Luminotécnico Pasillo Enfermería

UCI Pediatría

UCI Pediatría / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	477	82	1680	0.172
Suelo	20	427	102	962	0.240
Techo	70	115	65	161	0.567
Paredes (8)	50	184	78	670	/

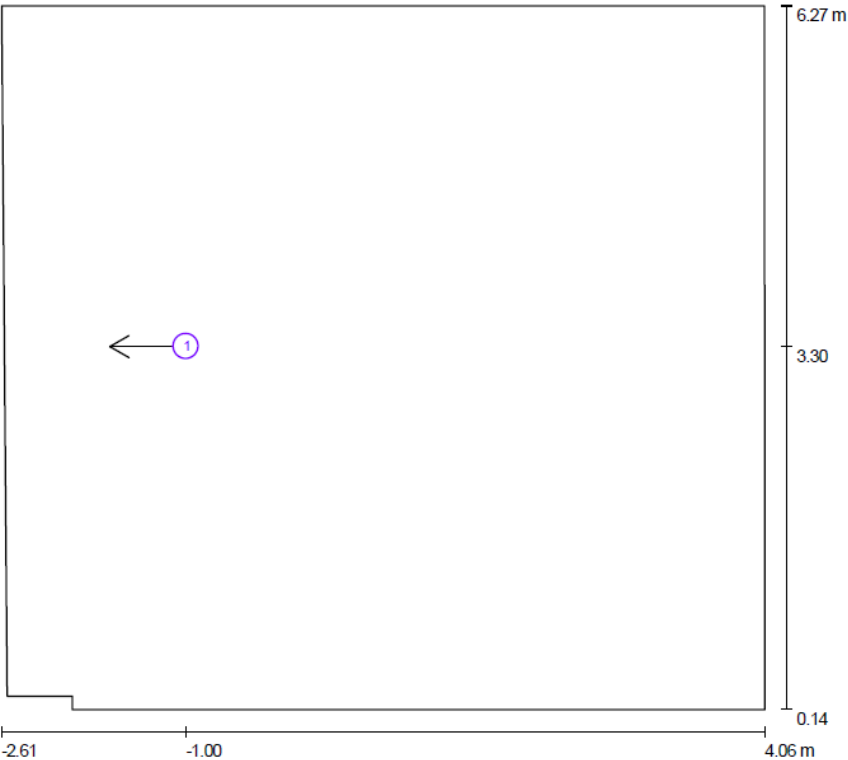
Plano útil:
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	HavellsSylvania 3034350 INSAVER 225 TC-T(EL) 2X26W, white, reflector chrome, electronic ballast + No Accessory (1.000)	3600	52.0
2	8	HavellsSylvania 3080370 INSET PRO 95 COMFORT HI-SPOT ES63, Brushed aluminium + 75W/25dg (1.000)	980	75.0
3	4	LAMP 8547950 HOSPITAL 2x14/24W DIR. (1.000)	3500	48.0
4	4	SCREENLUZ S0213106136 SSU 136 SP6 (1.000)	3350	36.0
		Total:	42440	1040.0

Valor de eficiencia energética: 25.60 W/m² = 5.37 W/m²/100 lx (Base: 40.63 m²)

UCI Pediatría / Observador UGR (sumario de resultados)



Escala 1 : 48

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	-1.000	3.300	1.200	180.0	15

Figura 76: Cálculo Luminotécnico UCI Pediatría

Sala Radiodiagnóstico

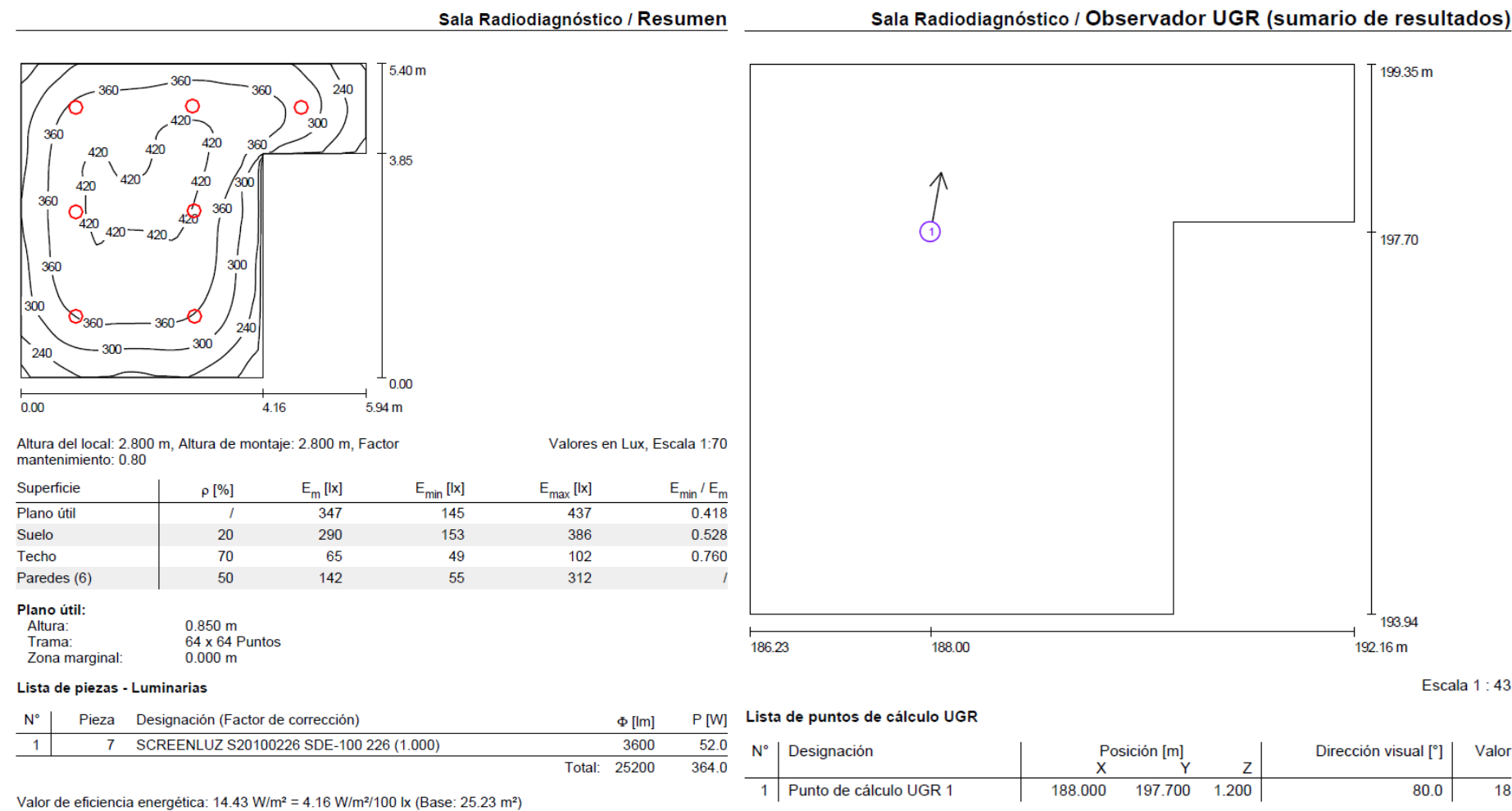


Figura 77: Cálculo Luminotécnico Sala Radiodiagnóstico

Preoperatorio

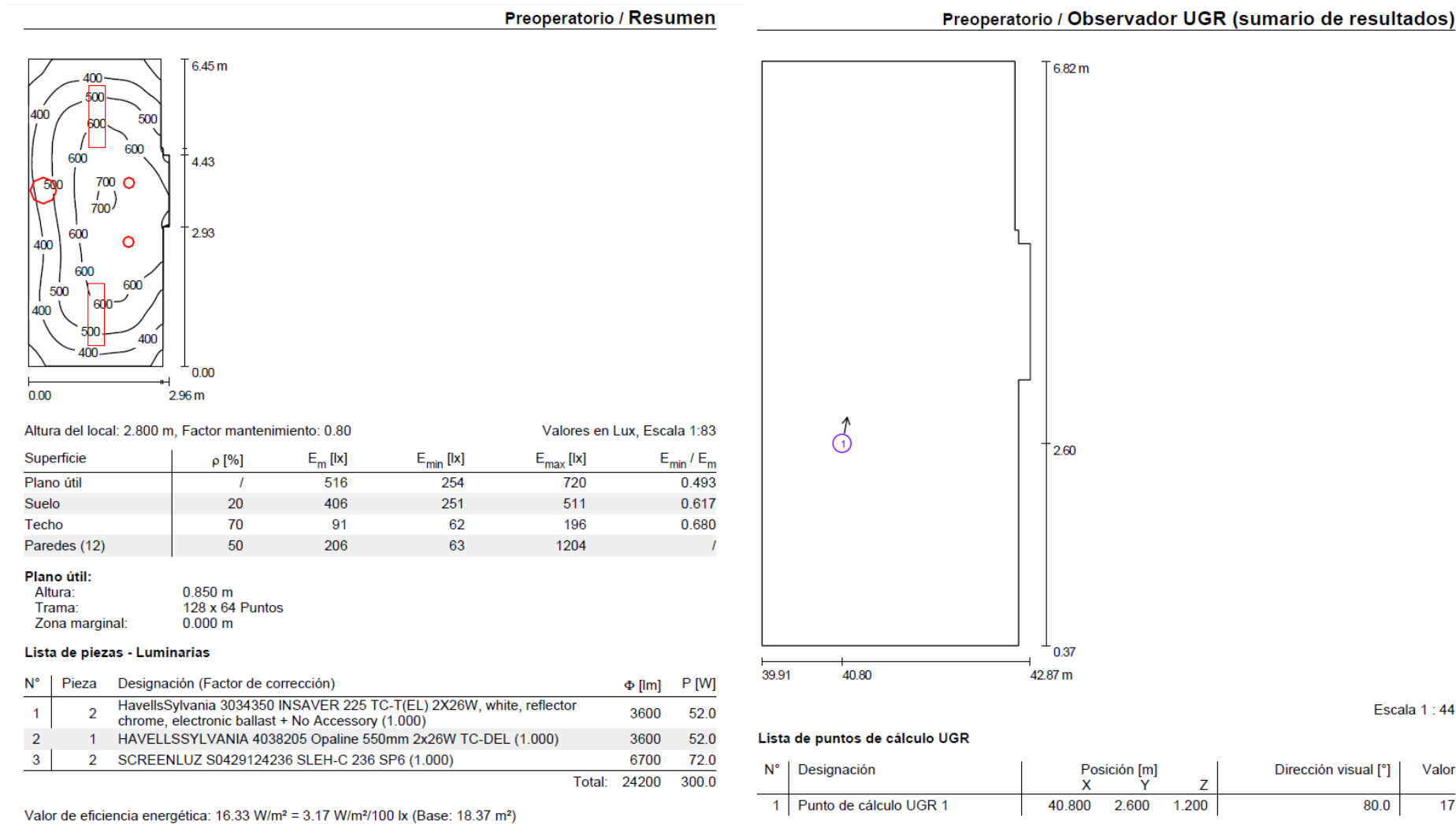


Figura 78: Cálculo Luminotécnico Sala Preoperatorio

15.5.Cálculo de Alumbrado de Emergencia

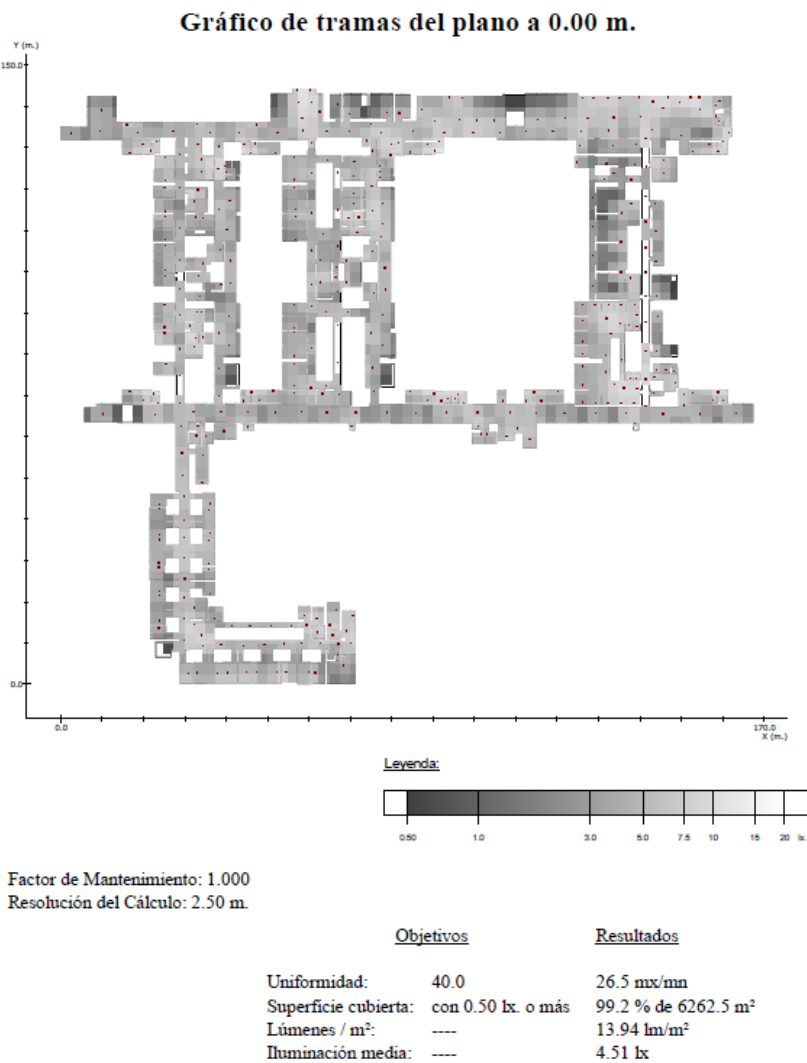


Figura 80: Cálculo Alumbrado Emergencia Planta Baja

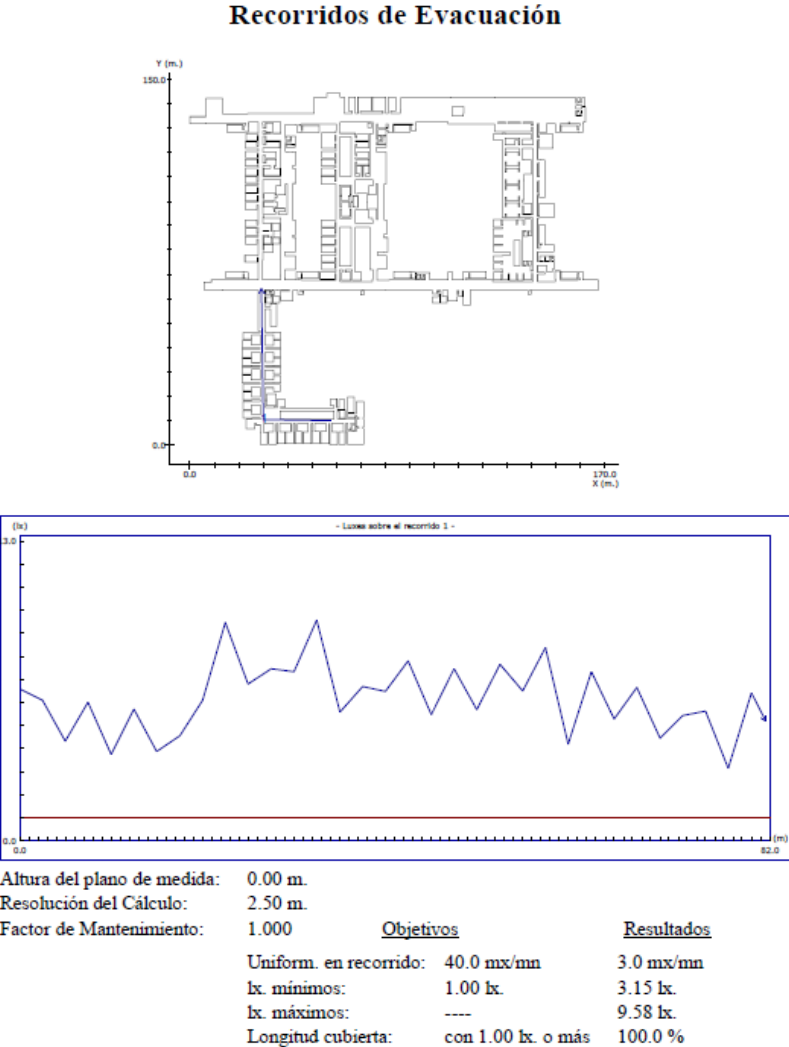
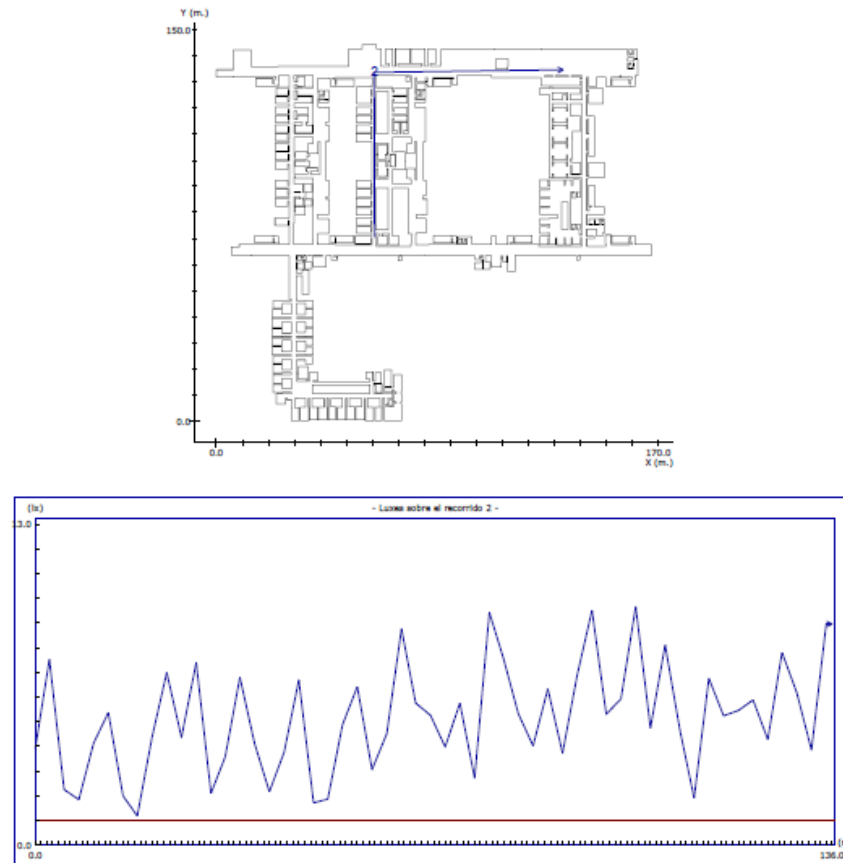


Figura 81: Recorrido de Evacuación 1

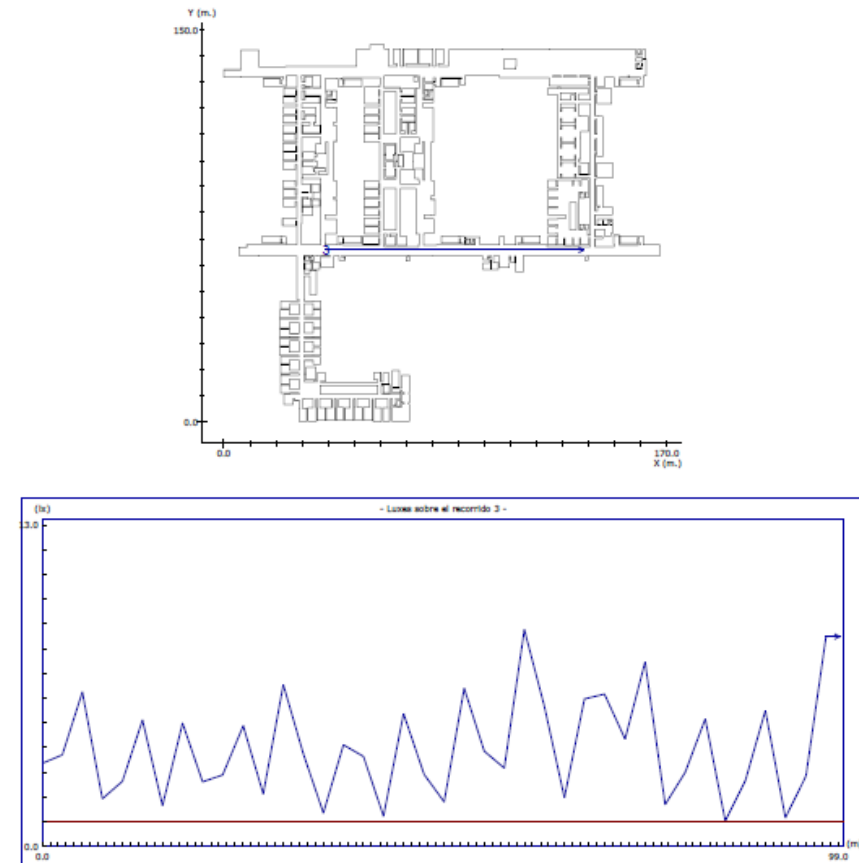
Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	2.50 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
	Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	8.2 mx/mn
	lx. mínimos:	1.00 lx.	1.18 lx.
	lx. máximos:	----	9.66 lx.
	Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Figura 82: Recorrido de Evacuación 2

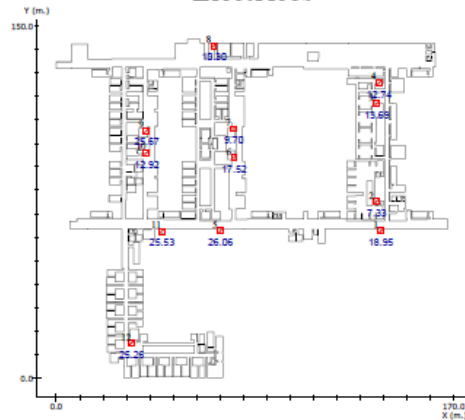
Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	2.50 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
	Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	8.5 mx/mn
	lx. mínimos:	1.00 lx.	1.03 lx.
	lx. máximos:	----	8.77 lx.
	Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Figura 82: Recorrido de Evacuación 3

Plano de Situación de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos



Nota: Se ha realizado un cálculo de alumbrado de emergencia con el programa DAISA, en este caso de la planta baja de la instalación y de la parte correspondiente a la estudiada en este proyecto. Además del gráfico de tramas, se han definido tres recorridos de evacuación: desde de la zona de enfermería, los pasillos que comunican los diferentes módulos y la evacuación de uno de los módulos, en este caso el correspondiente con la instalación del montante 5. También han sido definidos los Cuadros Eléctricos, ya que deben tener una mayor iluminación de emergencia, en comparación con el resto de zonas.

Resultado de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos

Nº	Coordenadas (m.)			Resultado* (lx.)	Objetivo (lx.)
	x	y	h		
1	138.82	62.65	1.20	18.95	5.00
2	136.93	75.32	1.20	7.33	5.00
3	137.04	116.88	1.20	13.69	5.00
4	137.93	125.77	1.20	12.74	5.00
5	70.23	62.60	1.20	26.06	5.00
6	75.99	94.15	1.20	17.52	5.00
7	75.74	106.16	1.20	9.70	5.00
8	67.35	141.59	1.20	10.30	5.00
9	38.59	105.46	1.20	25.67	5.00
10	38.59	95.90	1.20	12.92	5.00
11	45.00	62.57	1.20	25.53	5.00
12	32.19	14.93	1.20	25.26	5.00

Figura 83: Situación e Iluminación de Emergencia de Cuadros Eléctricos

PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. Generalidades.....	Pág. 136
1.1. Ámbito de Aplicación.....	Pág. 136
1.2. Alcance de los Trabajos.....	Pág. 136
1.3. Planificación y Coordinación.....	Pág. 137
1.4. Modificaciones al Proyecto y Cambio de Materiales.....	Pág. 137
1.5. Vibraciones y Ruidos.....	Pág. 138
1.6. Identificación de Equipos, Rótulos, Etiqueteros y Señalizaciones.....	Pág. 138
1.7. Pruebas y Verificaciones Previas a la Entrega de las Instalaciones.....	Pág. 139
1.8. Normativa de Obligado Cumplimiento.....	Pág. 141
1.9. Documentación y Legalizaciones.....	Pág. 142
2. Centros de Transformación y Cables de Alta Tensión.....	Pág. 144
2.1. Generalidades.....	Pág. 144
2.2. Centros de Transformación.....	Pág. 146
2.3. Cables de Transporte de Energía Eléctrica (1-52kV).....	Pág. 156
3. Grupos Electrógenos.....	Pág. 158
3.1. Generalidades.....	Pág. 158
3.2. Componentes.....	Pág. 159
3.3. Normas de ejecución de las instalaciones.....	Pág. 162
3.4. Pruebas reglamentarias en la puesta en servicio.....	Pág. 162
4. Equipos de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI).....	Pág. 164
4.1. Generalidades.....	Pág. 164
4.2. Características Generales.....	Pág. 166
4.3. Tipo de SAI y Características Particulares.....	Pág. 168
4.4. Características de los Locales Destinados a Alojar SAI.....	Pág. 170
5. Cuadros de Baja Tensión.....	Pág. 171
5.1. Generalidades.....	Pág. 171
5.2. Componentes.....	Pág. 172
5.3. Paneles de Aislamiento.....	Pág. 180
6. Cables Eléctricos Aislados de Baja Tensión.....	Pág. 182
6.1. Generalidades.....	Pág. 182
6.2. Tipo de Cables Eléctricos y su Instalación (ES07Z1-450/750V-AS).....	Pág. 183

7. Canalizaciones.....	Pág. 187
7.1. Generalidades.....	Pág. 187
7.2. Materiales.....	Pág. 188
8. Instalaciones Interiores o Receptoras.....	Pág. 195
8.1. Generalidades.....	Pág. 195
8.2. Línea General de Alimentación (LGA).....	Pág. 195
8.3. Cuadro General de Baja Tensión (CGBT).....	Pág. 195
8.4. Líneas de Derivación General (LDG) e Individuales (LDI).....	Pág. 196
8.5. Cuadros de Protección CGD y CS.....	Pág. 196
8.6. Instalaciones de Distribución.....	Pág. 197
8.7. Medidas Especiales a Adoptar para no Interrumpir el Suministro Eléctrico Manteniéndolo Seguro.....	Pág. 206
8.8. Iluminación de Interiores.....	Pág. 208
9. Redes de Tierras.....	Pág. 209
9.1. Generalidades.....	Pág. 209
9.2. Redes de Tierra Independiente.....	Pág. 210
10. Luminarias, Lámparas y Componentes.....	Pág. 216
10.1. Generalidades.....	Pág. 216
10.2. Tipos de Luminarias.....	Pág. 217
10.3. Componentes para Luminarias.....	Pág. 222
11. Pararrayos.....	Pág. 227
11.1. Generalidades.....	Pág. 227
11.2. Componentes.....	Pág. 227

1. GENERALIDADES

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan un capítulo del Proyecto General del Edificio, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

1.1. Ámbito de Aplicación

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

1.2. Alcance de los Trabajos

La Empresa Instaladora (EI) cuya clasificación ha de ser Categoría Especial (IBTE) según la ITC-BT-03 del R.E.B.T., estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Planos y descritos en Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, etc.), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjás, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc, que conllevan esta clase de instalaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y funcionando.

1.3. Planificación y Coordinación

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrónico, arquetas de obra, dados de hormigón para báculos de alumbrado público, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.

La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF. En este sentido, la EI viene obligada al replanteo definitivo sobre planos de obra, de las canalizaciones con ubicación de cajas de registro, número y dimensiones de tubos o canales, número de conductores que cada uno de ellos aloja, así como cuantos detalles se consideran necesarios para coordinar esta instalación con las de otros servicios (climatización, fontanería, etc.); debiendo formar parte esta documentación de los planos “as built” indicados en el punto 1.9 de este Pliego de Condiciones.

1.4. Modificaciones al Proyecto y Cambio de Materiales

En cumplimiento de la ITC-BT-04 apartado 5.1, la EI está obligada a notificar a la DF y EC, antes del comienzo de la obra, cualquier circunstancia por la que el Proyecto no se ajuste al R.E.B.T. cuando este sea el caso. De existir discrepancias que prevalecen en las interpretaciones, ambas partes someterán la cuestión al órgano competente de la Comunidad Autónoma, para que éste resuelva en el más breve plazo de tiempo posible. Asimismo la EI podrá proponer, al momento de contratar la obra, cualquier variante sobre el desarrollo de las instalaciones o materiales del presente Proyecto, siempre que esta esté debidamente justificada y su presentación se realice siguiendo los mismos criterios y símbolos de representación utilizados en éste. La aprobación quedará a criterio de la DF.

Las marcas de materiales indicadas en Mediciones solo son a título de definición de una determinada calidad, por lo que podrán ser sustituidas por el equivalente; bien entendiendo que es potestad de la EI presentar el equivalente, pero siempre su instalación estará supeditada a la aprobación previa como tal por la DF, y que de ser desestimada por la DF como equivalente no podrá ser instalada.

Las variaciones que, por cualquier causa sean necesarias realizar al Proyecto, siempre serán pedidas por la DF durante el transcurso del montaje, debiendo ser valoradas por la EI y presentadas como adicional, con precios unitarios de la oferta base o contradictorios, para aprobación previa a su realización.

1.5. Vibraciones y Ruidos

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante.

Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

1.6. Identificación de equipos, rótulos, etiqueteros y señalizaciones

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales y principales de planta) o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos. Estos números de identificación de interruptores, corresponderán con el asignado al circuito eléctrico de distribución en planta. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6 mm.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricos. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para cables en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente los que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricado y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

1.7. Pruebas y Verificaciones Previas a la Entrega de las Instalaciones

En cumplimiento con las ITC-BT-04 e ITC-BT-05, antes de la entrega de las instalaciones eléctricas, la EI está obligada a realizar las verificaciones y pruebas de las mismas que sean oportunas y siguiendo la metodología de la UNE-20.460-6-61. y las IEC 60439-1 y 60890.

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas y verificaciones a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Todos los electrodos y placas de puesta a tierra. La de herrajes del centro de transformación será independiente, salvo que su enlace con la puesta a tierra general del edificio esté perfectamente justificada mediante el oportuno cálculo y en aplicación de las instrucciones reglamentarias MIE-RAT13 e ITC-BT-18 (punto 11).
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un DDR o ID, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro CS, midiendo los usos de alumbrado aparte de los destinados a tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V en corriente continua.
- Valor de la corriente de fuga de la instalación con todos los aparatos de alumbrado conectados, para todos y cada uno de los conjuntos alimentados por un mismo DDR, así como para todos los cuadros eléctricos.
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.
- Comprobación de interruptores de Máxima Corriente mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- Comprobación de todos los Dispositivos de corriente Diferencial Residual, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte.
- Comprobación del tarado de relés de largo retardo en los interruptores de Máxima Corriente, con respecto a las intensidades máximas admisibles del conductor protegido por ellos.
- Cuando la protección contra contactos indirectos se realice mediante los disparadores de corto retardo de los dispositivos de Máxima Corriente (interruptores automáticos) se comprobará que el tarado de dichos disparadores

- está ajustado para una I_m inferior a la I_a calculada según ITC-BT-24 punto 4.1.1, en esquema TN-S.
- Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de SELECTIVIDAD en el disparo de protecciones, y de CAÍDA DE TENSIÓN a plena carga.
 - Comprobación de tipos de cables utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
 - Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
 - Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.
 - Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañadas las puntas.
 - Las instalaciones de protección contra contactos indirectos por separación de circuitos mediante un transformador de aislamiento y dispositivo de control permanente de aislamientos, serán inspeccionadas y controladas conforme a lo previsto en la ITC-BT-38.
 - Funcionamiento del alumbrado de emergencia, sean estos de seguridad o de reemplazamiento, así como del suministro complementario.
 - Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a mas de un tercio de la instalación de alumbrado normal.
 - Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos (interruptores y tomas de corriente) comprobando que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que su conexión es correcta.
 - Se realizará, para los locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puestos de trabajo y general de sala.
 - Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos sus componentes. Asimismo, en el caso que la instalación responda al esquema TN en cualquiera de sus tres modalidades (TN-S, TN-C o TN-C-S), se medirá la resistencia de puesta a tierra del conductor Neutro en cada uno de los cuadros CS, debiendo ser su valor inferior a 5 ohmios.
 - Se medirá la resistencia de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en B.T., situada en el Cuadro General de B.T., así como la máxima corriente de fuga.
 - Se comprobarán todos los sistemas de enclavamientos y de protección (eléctrica y de detección-extinción) en el Centro de Transformación.
 - Se medirá la resistencia de aislamiento de suelos y paredes del Centro de Transformación, siguiendo para ello el método del Anexo de la UNE 20-460-94/6-61.

- Se comprobarán las puestas a tierra de Neutros de transformadores y la resistencia de la puesta a tierra de los mismos con respecto a la de los herrajes de A.T. y barra colectora de protección en B.T. en el Cuadro General de Baja Tensión, así como las tensiones de paso y contacto.
- Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre Suministros Normal y Complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que ésta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro sea mediante Grupo Electrónico, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

1.8. Normativa de Obligado Cumplimiento

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación.
- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento de Seguridad contra Incendios de Establecimientos Industriales según RD.2267/2004.

Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Fomento, las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas, así como las Autonómicas y Municipales de aplicación específicamente al proyecto.

1.9. Documentación y Legalizaciones

En cumplimiento con el Artículo 19 del R.E.B.T., una vez realizadas las pruebas del apartado 1.7 con resultado satisfactorio, se preparará una Documentación de Apoyo para la explotación de la instalación, que constituirá un anexo al certificado de la instalación y que la EI entregará al titular de la misma. Esta documentación dispondrá de:

- Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de todos los planos “as built” (planta y esquemas) de la Instalación, elaborados por la EI.
- Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de la Memoria Descriptiva de la instalación, en la que se incluyan las bases y fundamentos de los criterios del Proyecto.
- Tres ejemplares encarpetados con las Hojas de Pruebas realizadas conforme al apartado 1.7.
- Dos ejemplares con la Memoria de Funcionamiento y Mantenimiento de la instalación, donde se incluya también la cantidad recomendada de almacenamiento y características de los materiales necesarios para la buena conducción del edificio.
- Dos ejemplares encarpetados con Información Técnica y recomendaciones de los fabricantes en el Mantenimiento así como Instrucciones de funcionamiento y montaje de Equipos y Aparamenta, en donde se incluya también todas las informaciones que el fabricante acompaña al material en las cajas que suponen su embalaje.
- Dos ejemplares encarpetados con Manuales e Instrucciones de utilización de Equipos.

Junto a estas Recomendaciones Técnicas, la EI entregará a la EC con la supervisión de la DF, todos los Boletines, Certificados y Proyectos que se requieran en cumplimiento del Artículo 18 e ITC-BT-04 del R.E.B.T., para las legalizaciones de las instalaciones objeto de este capítulo, presentados en y expedidos por la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma correspondiente. Los costes de dichas legalizaciones (proyectos, tasas, etc.) serán por cuenta de la EI y formarán parte del contrato con la EC.

El Centro de Transformación será un proyecto completamente independiente del resto de las instalaciones de Baja Tensión, debiendo aportar la EI para ambos (A.T. y B.T.) los documentos siguientes:

- Autorización administrativa.
- Proyecto suscrito por técnico competente.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de Mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Suministradora.

Asimismo, la EI, para obtener el escrito de conformidad de la Compañía Suministradora, estará obligada a solicitar, mediante escrito firmado por la Propiedad y conocimiento de la EC, la Acometida definitiva, acompañando un plano de situación geográfica de la instalación, indicando:

- Tipo de acometida solicitada (aérea o subterránea, en punta o bucle, etc.) y tensión de suministro (Alta o Baja Tensión).
- Potencia de Plena Carga en kilowatios máximos disponibles para la instalación.
- Petición del importe de la acometida en el caso de que la realizase la Compañía, y derechos de acceso a la red de distribución.

En el caso de acometida en Media/Alta Tensión, además se solicitará de la Compañía Suministradora, y en cumplimiento del punto 4 de la MIE-RAT 19, información sobre:

- Tensión nominal de la red.
- Nivel de aislamiento.
- Intensidad máxima de defecto a tierra previsible en el punto de la acometida.
- Tiempo máximo de apertura del interruptor automático en caso de defecto.
- Potencia de cortocircuito de la instalación en el punto de acometida.
- Características del equipo de medida y forma de instalación.

Con los datos obtenidos, la EI elaborará el Proyecto definitivo del Centro de Transformación y entregará una copia del mismo a la Compañía Suministradora, cuya aprobación constituirá el mencionado escrito de conformidad. Posteriormente y mediante las copias oportunas de este proyecto, se gestionará la legalización de la instalación de Media/Alta Tensión en la Consejería de Industria de la correspondiente Comunidad Autónoma.

Las gestiones ante la Compañía Suministradora así como las que se derivan para cumplimiento de la ITC-BT-04 en sus apartados y puntos correspondientes, deberán ser realizadas con anterioridad al comienzo de la ejecución de la obra del proyecto.

2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA Tensión

2.1. Generalidades

Se incluye en este capítulo toda la aparaenta de Centros de Transformación del tipo interior, y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1kV e iguales o inferiores a 52kV, correspondiendo concretamente con las categorías Segunda (de 31 a 66kV) y Tercera (de 1 a 30kV).

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el Centro de Transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instr. MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El CT será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores. cubiertas, solera, puertas etc.), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc.) tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN y Código Técnico de la Edificación para zonas de riesgo especial medio, y sus materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727. Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, los 30 dBA durante el periodo nocturno y los 55 dBA durante el periodo diurno.

El techo del local que alberga el CT deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpo sólidos de más de Ø 12 mm (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 2,5 mm (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión; para ello todas las rejillas accesibles al personal externo del CT, deben disponer de lamas en “uve” con una altura mínima de lama de 4 centímetros y una profundidad de dos veces la altura de la lama, estando cada uve introducida en la inmediata superior, como mínimo, la mitad de la altura de la lama.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de obra civil con detalles de bancadas, arquetas, pozos de recogida de aceite, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.

Las celdas a emplear podrán ser modulares o compactas equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción. Serán celdas de interior y su grado de protección, según la norma UNE 20-324-94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra. El interruptor será, en realidad, interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de \varnothing y se pondrán a tierra utilizando para ello una sola puesta a tierra independiente a las del resto de instalaciones en B.T. Esta red constituirá la de protección en A.T. y será realizada conforme a la UNE-EN 50179.

Por debajo del suelo terminado y a una profundidad de 10 cm, se instalará un mallazo de 30x30 cm. formado por redondo de 4 mm de diámetro como mínimo. Este mallazo quedará enlazado con la red de protección en A.T. al menos en dos puntos.

El acabado final del suelo será en material aislante que permitirá sin deterioro la rodadura de los transformadores, y su resistencia de aislamiento debe ser igual o superior a 1 M Ω .

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista para consulta la siguiente documentación:

- Esquema de la instalación eléctrica de A.T. con indicación de enclavamientos y modo operativo de maniobras.
- Placa de primeros auxilios.

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que soportará todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes

aislantes, manivelas y palancas de accionamiento de la aparamenta, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc. reglamentarios.

En la configuración del local y situación de equipos, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio o cobre según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.

2.2. Centros de Transformación

2.2.1. Envolverte metálica

2.2.1.1.- Envolverte metálica hasta 36 KV

Las celdas responderán, en su concepción y fabricación, como aparamenta bajo envolverte metálica compartimentada de acuerdo con las normas:

- UNE-EN60298 en cuanto a Celdas.
- UNE-EN60265-1 en cuanto a Interruptor de corte en carga.
- UNE-EN60420 en cuanto a Interruptor con Fusibles.
- UNE-EN60129 en cuanto a Seccionador de puesta a tierra.
- UNE-ENG2271-100 en cuanto a Fusibles.
- UNE-EN21339 en cuanto al gas SF₆
- UNE-20324 en cuanto al grado de protección IP.
- UNE-EN50102 en cuanto al grado de protección UK

Podrá ser **Sistema Modular** o **Sistema Compacto**. En el Modular cada celda (módulo) tendrá como destino una sola función, estando constituido cada módulo por una envolverte propia que debe ser enlazable con otros módulos o celdas mediante conectores de 630A. En el compacto cada módulo albergará más de una función, debiendo estar constituido por una envolverte propia que, como en el modular, tiene que ser enlazable con otro, sean estos modulares o compactos. No obstante las celdas o módulos instalados en los extremos del conjunto que componen el Centro de Maniobra y Protección en Alta Tensión, tendrán que disponer de obturadores en sus conectores laterales y tapas en chapa pintada del mismo color del conjunto fijada a dichos laterales extremos; o bien estos módulos extremos podrán ser elegidos, dentro del fabricado normal, para que no sean extensibles en su costado correspondientes dentro del conjunto.

Tanto el sistema modular como el compacto serán con aislamiento integral en SF₆, constituida cada envolvente o módulo por una cuba llena de gas SF₆ en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y los embarrados.

Para la descripción y definición de cada celda se distingue para ellas los siguientes componentes:

- a) Aparellaje de maniobra
- b) Juego de barras
- c) Conectores para cables
- d) Elementos de mando
- e) Elementos de control

a) Aparellaje de Maniobra

Irà instalado dentro de la cuba rellena de gas SF₆ sellada por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 Bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje, estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter, debiendo ser canalizados los gases a la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores, y cierre de los seccionadores de puesta a tierra, se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF₆, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Juego de Barras

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre de 630 A como mínimo conexas mediante tornillos de cabeza allen con par de apriete igual o superior de 2,8 m x kg según cálculos, diseñado para soportar como mínimo una carga en kg/cm² que, de conformidad con la MIE-RAT 05 punto 5.1, viene determinada por la expresión:

$$\text{Carga Máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{60 \times d \times W} \leq 1200 \quad (25)$$

Considerando 1200 como la carga al límite a fatiga del cobre “duro” en kg/cm² y siendo:

W	Módulo resistente de la sección de la pletina de fase dada en cm ³
I _{cc}	Corriente de cortocircuito dada en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado dada en cm
D	Distancia entre ejes de pletinas dada en cm

c) Conectores para Cables

Serán aptos para conectar cables de aislamiento en seco y cables con aislamiento en papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables en papel impregnado.

d) Elementos de Mando

De forma generalizada las celdas de maniobra dispondrán de mandos para el interruptor y para el seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios, si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Todos estos elementos deberán ser accesibles en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos, manteniendo la tensión en el Centro.

e) Elementos de Control

Para el caso de mandos motorizados, dentro de estos elementos se indicarán bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, los elementos de control serán accesibles en tensión.

Todas las envolventes deben ser herméticas, pudiendo trabajar cubiertas totalmente de agua durante un tiempo igual o superior a 24 horas. Asimismo las características ambientales del lugar donde vayan instaladas deben disponer de una temperatura comprendida entre -10 °C y +55 °C y una altura máxima sobre el nivel del mar de 1000 metros.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente de cada celda. Las etiquetas serán de plástico laminado, firmemente fijadas al soporte, escritas indeleblemente en lengua castellana y, eventualmente, otra lengua oficial del Estado, con caracteres de 20 mm de altura, grabados en blanco sobre fondo negro.

Todas las celdas llevarán un esquema unifilar realizado con material inalterable en el que se indicarán los aparatos, enclavamientos y demás componentes.

El conjunto y todos los componentes eléctricos deberán ser capaces de soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos resultantes de la intensidad de cortocircuito en sus valores eficaz y de cresta.

Los tornillos, pernos, arandelas etc, para las uniones entre celdas o su fijación a bancada de obra, serán de acero y estarán cadmiados.

El fabricante deberá suministrar los certificados de los ensayos de cortocircuito o en su defecto los cálculos correspondientes que se hayan utilizado para el dimensionado de las barras.

La base de fijación a bancada consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo y estará provista de sus correspondientes pernos de anclaje. La estructura y los pernos se suministrarán separados de las celdas, a fin de que puedan instalarse antes que las mismas.

Todas las celdas se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos capas de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado.

2.2.1.2. Envolvente metálica para 52 KV

A diferencia de las anteriores, estas celdas sólo serán modulares ocupando cada una de ellas una sola función dentro del conjunto que constituye el Centro de Maniobra y Protección, debiendo de cumplir con las normas UNE-EN60694, UNE-EN60298, UNE-EN60056 y UNE-EN60129.

Su instalación será para unas condiciones ambientales de temperatura comprendida entre -5 °C y +40 °C, no siendo superior a +35 °C la media durante un período de 24 horas, y la altitud máxima sobre el nivel del mar no superará los 1000 metros.

En cada una de las celdas se distinguirán los siguientes compartimentos:

- Compartimento de barras y seccionamiento, inundado de gas SF₆.
- Compartimento de interruptor inundado de gas SF₆.
- Compartimento de cables de potencia.
- Compartimento de control y mando en B.T.

2.2.2. Aparellaje

Las características eléctricas fundamentales de todos los componentes eléctricos según su tensión asignada serán:

Tensiones Asignadas	24kV	36kV	52kV
Nivel de aislamiento asignado: A frecuencia industrial de 50Hz, durante 1 min.	52kV	70kV	95kV
Impulso tipo rayo	125kV	170kV	250kV
Intensidad admisible de corta duración	16kA	31,5kA	25kA
Valor de cresta de la intensidad admisible	40kA	63kA	80kA

Tabla 47: Características Principales Componentes Eléctricos

a) Interruptores-Seccionadores

En condiciones de servicio, corresponderá a las características eléctricas expuestas anteriormente según sea su tensión asignada.

b) Interruptor Automático

Será en SF₆, y dispondrá de unidad de control constituida por un relé electrónico, un disparador instalado en el bloque de mando del disyuntor y unos transformadores de intensidad montados en cada uno de los polos.

c) Cortacircuitos Fusibles

Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo CF. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

d) Puesta a Tierra

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25×5 mm conectadas en la parte inferior de las cabinas formando un colector único. Estas pletinas se conectarán entre si y el conjunto a la red general de puesta a tierra para Protección en A.T.

e) Equipos de Medida

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la Celda de Medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Las características eléctricas de los diferentes elementos serán:

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en celdas de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas ya instalados en las mismas. En el caso de que los transformadores no sean

suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que deben instalarse, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc., serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas estarán especificadas en la Memoria.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc., se tendrá en cuenta a lo indicado, a tal efecto, en la normativa de la Compañía Suministradora.

f) Transformadores de Potencia

Podrán ser encapsulados en resina y refrigeración forzada por aire, o bien en baño de aceite o silicona con refrigeración natural por aire. La instalación de uno u otro tipo de transformador, se ajustará a lo especificado en Mediciones.

De no indicarse lo contrario, el grupo de conexión será DY11n, con punto neutro accesible y borna de conexión junto a las de las tres fases de B.T. Asimismo, dispondrá de conmutador manual en arrollamientos de A.T., para ajuste de tensiones de entrada de la Compañía Suministradora, según sus normas particulares.

Los transformadores se suministrarán completamente montados y preparados para su conexión, debiendo llevar incorporados todos los elementos normales y accesorios descritos en Mediciones. Se consideran elementos normales, bastidor metálico con ruedas orientables para el transporte, puntos de amarre para elevación, grifo de vaciado y orificio de llenado para los encubados, (estos también llevarán funda para alojar un termómetro), tomas de conexión para la puesta a tierra y placa de características.

Los transformadores encubados serán herméticos, de llenado integral con cuba elástica construida en chapa de acero. Las paredes laterales de la cuba estarán formadas por aletas deformables elásticamente para adaptar su volumen a las dilataciones del líquido aislante y evitar sobrepresiones. Su construcción será conforme a normas UNE-21.428-1, y UNE-EN60.076.

Para estos transformadores se preverá un depósito y canalizaciones de recogida (al mismo desde sus celdas) del líquido aislante; tanto las canalizaciones como el depósito, se construirán enterrados en el Centro de Transformación. La capacidad del depósito será, como mínimo, la necesaria para recoger todo el líquido del transformador de mayor volumen instalado. Cuando el líquido sea aceite, se preverá una instalación de detección y extinción automática de incendios de conformidad y en cumplimiento de la MIE-RAT 14 (punto 4.1-b.2).

Los transformadores encapsulados serán en resina epoxi polimerizada, clase térmica F, mezclada con harina de sílice y endurecedor; todos ellos, materiales autoextinguibles.

Las bobinas, una vez encapsuladas, deberán ser sometidas a ensayo de descargas parciales según EN-60.726, UNE-21.538-1 y UNE-EN60.076.

El núcleo magnético será en banda magnética de grano orientado, laminada en frío, aislada eléctricamente en ambas caras por una capa fina de carlita. Su construcción dará como resultado un perfecto ensamblado entre columnas y culatas (de sección circular prácticamente), fijadas rígidamente mediante perfiles metálicos (en los encubados podrán ser de madera) con pasadores y zunchos de apriete, a fin de obtener un nivel acústico inferior a 80 dB(A) en transformadores hasta 1.600kVA.

Los devanados de B.T. serán en banda de aluminio, dispuestos en capas separadas (especialmente en los encapsulados) que permitan mejorar su refrigeración. Los devanados de A.T. serán en hilo o cinta de aluminio.

Los transformadores llevarán un sistema de control y protección con prealarma y disparo, que será de temperatura para los encapsulados, y de temperatura y presión del líquido aislante con detección de gases, en los encubados.

Los terminales de B.T. serán del tipo "pala" adecuados a la intensidad nominal del transformador. Los de A.T. serán del tipo "espárrago" para conexión por terminal. Tanto unos como otros serán en cobre, debiendo ir rígidamente unidos y aislados a la estructura del transformador, que les permitirá aguantar sin deformación, los esfuerzos electrodinámicos debidos a cortocircuitos.

Las celdas que albergarán a los transformadores serán (de no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto), en obra civil con tabiques de 100 mm de espesor, rematadas sus cantoneras con perfiles de hierro en U-100. El frente de la celda se construirá mediante puerta metálica de doble hoja con unas dimensiones mínimas de 500+A, siendo A = frente del transformador, en mm. La altura de la puerta será la del local, disminuida a 300 mm, quedando la abertura en la parte superior de la celda. Será fabricada en chapa de hierro ciega de 2 mm de espesor sobre bastidor del mismo material. Irá equipada de cerraduras enclavadas manualmente con los sistemas de apertura de los interruptores de A.T. y B.T. del transformador correspondiente, así como dos mirillas transparentes en material inastillable de 200×300 mm a 1.800 mm del suelo.

Todos los elementos metálicos de las celdas de transformadores (puertas y herrajes) serán pintados en el mismo color de las envolventes de las cabinas de A.T., previo tratamiento mediante dos capas de pintura antioxidante.

Los transformadores, en sus celdas, irán apoyados en perfiles de hierro en UPN-100 o UPN-120 (según la anchura de las ruedas de los transformadores a instalar) empotrados en el suelo, los cuales servirán de guía a las ruedas, permitiendo su acuíñamiento para inmovilización de los transformadores. Esta fijación de transformadores se hará en tal punto de la celda, que las distancias entre los terminales de A.T. y masas sean como

mínimo de 100 mm + 6 mm por kV o fracción de kV de la tensión de servicio, respetándose una distancia mínima entre transformadores y cerramiento de 200 mm.

Cuando los transformadores sean encubados, el suelo de la celda dispondrá de pendientes y sumidero con canalización de Ø 80 mm, hasta el pozo de recogida de líquidos aislantes (aceites o siliconas). En el sumidero, cuando el líquido sea inflamable, se dispondrá de una cesta de malla metálica, recubriéndose el lecho de la celda con cantos rodados para dificultar el paso del aire al sistema de drenaje y conseguir extinguir la llama en caso de incendio.

Para la conexión de circuitos en B.T. a bornas del transformador se instalarán en todos los casos, un juego de pletinas de cobre soportadas por aisladores fijados en apoyos metálicos rígidos, que servirán de paso intermedio entre los cables y las bornas de B.T. del transformador. Desde la pletina de la borna del neutro se derivará, mediante cable aislado 0,6/1kV, para la puesta a tierra del mismo. Esta "toma de tierra" será independiente eléctricamente para cada uno de los transformadores y también de la utilizada para herrajes.

Todos los transformadores se suministrarán con dos placas de características. Una irá fijada en el propio transformador, y la otra en la puerta de acceso a la celda que ocupa dicho transformador, de tal forma que sea visible sin necesidad de entrar a dicha celda para leerla.

2.2.3. Normas de ejecución de las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación del Centro de Transformación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos Oficiales.

2.2.4. Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al afecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Regulación de las protecciones de fase y homopolares.
- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra para protección en Alta Tensión (herrajes).
- Resistencia de las puestas a tierra de los Neutros de transformadores.
- Resistencia eléctrica del suelo.
- Tensiones de paso y de contacto.
- Prueba y funcionamiento de enclavamientos eléctricos y mecánicos establecidos.

2.2.5. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

a) Prevenciones Generales

- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente deberá dejarlo cerrado con llave.
- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".
- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
- No estará permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua para apagarlo, excepto que sea nebulizada.
- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente los guantes y sobre banqueta.
- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo el personal estar instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.
- Cuando los transformadores de potencia estén o sea posible su acoplamiento en paralelo, se establecerá enclavamiento eléctrico entre las protecciones de Alta Tensión y Baja Tensión de cada uno de ellos; de tal forma que al abrir el interruptor de protección propio de A.T. se dé ocasión a que automáticamente abra su correspondiente en B.T.
- Existirá enclavamiento por cerradura-llave entre el interruptor de protección en A.T. del transformador de potencia y las puertas de acceso a la celda que aloja a dicho transformador.

b) Puesta en Servicio

- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

- Cuando los transformadores de potencia estén o sea posible su acoplamiento en paralelo, antes de su conexión al CGBT, se comprobará que la tensión (en B.T.) de todos ellos en vacío tiene el mismo valor en voltios.
- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se recorrerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

c) Separación de Servicio

- Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 2.2.5.b), es decir, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación en las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento, que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

d) Prevenciones Especiales

- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características y curva de fusión.
- No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observe alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la Compañía Suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.
- El tarado de relés de fase y homopolares estarán ajustados a las condiciones de la propia instalación, y no será modificado sin causa justificada; yendo siempre acompañado del previo cálculo por el que se cambian las condiciones de seguridad.

2.3. Cables de Transporte de Energía Eléctrica (1–52kV)

Los cables que este apartado comprende, han quedado definidos en el 2.1.- Generalidades, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada. Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) construidos según normas UNE 20.432, 21.172, 21.123, 21.024, 20.435, 21.022, 21.114 y 21.117, así como la UNESA 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre de campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:

- Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de transformadores, incluso en el caso de circuito en Anillo, que permitirá abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.
- Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo superior a un segundo.

Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables. Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.

2.3.1. Cables Aislamiento con Polietileno Reticulado (XLPE)

Serán para instalación aérea, bien directamente fijado a soportes, bien alojado en canalizaciones. Cuando el trazado del circuito o línea exija tramos enterrados, podrá ser utilizado este cable siempre y cuando se le dote de una cubierta exterior especial y termoplástica según recomendación UNESA 3305C.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 105°C en sobrecargas, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior a 10 veces la suma del diámetro exterior del cable unipolar (D) y el del conductor (d), es decir $R_{\text{curvatura}} \geq 10 \times (D+d)$, ni los esfuerzos de tracción superar los 5 kg/mm² aplicados directamente al conductor (no a los revestimientos) cuando sean de cobre, y de 2,5 kg/mm² en el caso de aluminio. Asimismo, la temperatura del cable durante esta operación debe ser superior a los 0°C y la velocidad de tendido no exceder de 5 m/min.

2.3.2. Cables Aislamiento con Goma Etileno-Propileno (EPR)

Serán para instalación enterrada en lugares húmedos y encharcados, bien directamente o bien alojados en tubos.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 130°C en sobrecarga, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido se seguirán las mismas recomendaciones hechas para el cable XLPE del apartado anterior.

La profundidad a la que deben ir enterrados será como mínimo de 70 centímetros.

Cuando vayan canalizados en tubos, cada uno de estos no alojará más de una terna (3 unipolares de un mismo sistema trifásico), siendo la relación entre el diámetro del tubo (D) y el del conductor unipolar de la terna (d) igual o superior a $D/2d = 2$; $D/d = 4$.

En el caso de ir directamente enterrados, se abrirá una zanja de 60 cm de ancho con una profundidad mínima de 85 cm. El terreno firme del fondo se cubrirá con un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables que de ser unipolares quedarán separados uno de otro 8 cm como mínimo. Sobre ellos se echará una misma capa del mismo material que la cama, con 20 cm de espesor, para posteriormente proceder al relleno de la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables, en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos a 10 cm una cinta o banda de polietileno color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según norma UNE 48103.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistema de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 15 metros. Las arquetas una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento.

3. GRUPOS ELECTRÓGENOS

3.1. Generalidades

Cuando en aplicación de la ITC-BT-28, apartado 2.3 o necesidades propias del Proyecto, sea necesario instalar un Suministro Complementario (Art 10 del R.E.B.T) mediante Grupos Electrónicos, tal como es este caso, estas instalaciones se realizarán conforme al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

El local destinado a alojar estos equipos dispondrá de aberturas desde el exterior que permitirán la entrada y salida del aire necesario para la refrigeración por radiador y combustión del motor, sin que la velocidad del aire por las aberturas alcance más de 5 m/s. Asimismo dispondrá de salida para la chimenea destinada a la evacuación de los gases de escape. Cuando no se pueda garantizar estas condiciones de refrigeración por aire, el sistema será mediante intercambiador de calor (en sustitución del radiador) y torre de refrigeración separada del grupo electrónico. Los cerramientos interiores del local tendrán una resistencia al fuego RF-120 y cumplirán a estos efectos con lo especificado para zonas de riesgo especial medio en el Código Técnico de la Edificación.

El techo del local que alberga el GE deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Antes del suministro del grupo electrónico, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, todos los planos de implantación y detalles de la obra civil auxiliar necesaria que permita el acondicionamiento del local destinado a la ubicación del grupo y servidumbres tales como de paso para conducciones del aire de refrigeración y chimeneas de gases de escape. Todo ello encaminado a que el montaje del grupo y el suministro de combustible al mismo sea el recomendado por el fabricante y el exigido por la actual reglamentación aplicable en este caso.

El punto neutro del grupo se pondrá a tierra mediante una "toma de tierra" independiente de las del resto de instalaciones.

El funcionamiento del grupo será en reserva del Suministro Normal proporcionado por la Compañía Eléctrica, siendo su arranque y maniobras de conexión a la red, así como de desconexión y parada, totalmente automáticas por fallo o vuelta del Suministro Normal.

El Grupo Electrónico (GE) será suministrado completamente montado sobre bancada y probado en el taller de su fabricación. Como elementos separados de bancada para su ubicación e instalación independiente en obra, solo se admitirá el cuadro eléctrico de control y mando, el silencioso de relajación para el aire de salida, y chimenea con tuberías de gases de escape como elementos normales, y excepcionalmente el radiador

con electroventilador cuando la disposición del local lo obligue. En cualquier caso, la solución monobloc con todos los equipos incorporados sobre bancada será la más aceptable.

Cuando el cuadro eléctrico se sirva separado de bancada, los circuitos de enlace (potencia, auxiliares, control y mando) entre el GE y el cuadro eléctrico se considerarán dentro del suministro e instalación del GE. Las características que definirán al GE serán las siguientes:

- Potencia en régimen continuo del motor a 1.500 rev/min, en CV o kW.
- Potencia en régimen de emergencia del motor a 1.500 rev/min, en CV o kW.
- Potencia máxima del alternador en kVA.
- Tensión de suministro en sistema trifásico.
- Factor de potencia para el que se da en kVA la potencia del alternador.
- Frecuencia de la corriente alterna.
- Tipo de arranque (normal, automático por fallo de red, etc).
- Modo de arranque (por batería de acumuladores, aire comprimido, etc).
- Tipo de combustible y consumo en litros/CVxh o litros/kWxh.
- Tipo de refrigeración (aire o agua).
- Dimensiones y peso.

Todas estas características, así como tipo de refrigeración (por aire o por agua mediante torre de refrigeración) y demás instalaciones complementarias (alimentación, almacenamiento de combustible, chimenea, etc.) corresponderán con lo descrito en Memoria y relacionado en Mediciones.

Las chimeneas destinadas a la evacuación de gases de escape, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, serán conducidos a la cubierta del edificio con una sobrealtura de cinco metros con respecto al edificio de mayor altura en un círculo con cincuenta metros de radio.

3.2. Componentes

La construcción y los elementos para su fabricación cumplirán con las normas DIN 6270, 6271, y 9280, IEC-34/1, ISO DIS 8528 y AS1359 y 2789.

3.2.1.- Motor Diesel

Será refrigerado por aire o agua, según se indique en mediciones, con sistema de aspiración turboalimentado.

La potencia del motor será para combustible Gasóleo de 10.000 kcal/kg de poder calorífico. El motor dispondrá como mínimo de los siguientes sistemas de equipamiento:

- Admisión y escape con filtros de aire, colectores de escape secos, conexión flexible de escape y silencioso de gases.
- Arranque eléctrico con motor de c/c y batería de acumuladores o por aire comprimido (según Memoria y Mediciones).
- Alimentación de combustible con filtro y tuberías flexibles de alimentación y retorno.
- Lubricación con filtro de aceite, cárter con respiradero, radiador refrigerador, tubo de llenado y varilla de nivel.
- Seguridad con solenoide de paro y sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobrevelocidad.
- Refrigeración con bomba centrífuga para el agua movida por engranajes, termostatos y resistencia de caldeo, con radiador e intercambiador según mediciones.
- Control y Gobierno con parada manual, regulador electrónico de velocidad del motor, horómetro, panel de instrumentos con Manómetro de combustible, Manómetro de aceite y Termómetro de esfera para el agua de refrigeración.

3.2.2. Alternador

De corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo, diodos supresores de sobrevoltajes debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y aislamiento clase F en los devanados del estator, rotor y excitatriz. Protección IP-22.

Dispondrá de módulo de regulación sin partes móviles, protegido mediante resina epoxi y su control sobre la tensión de fases, en función de la frecuencia, se realizará mediante un sistema de sensores que asegure y mejore la regulación en el caso de desequilibrio de fases en la carga.

3.2.3. Acoplamiento y Bancada

La unión entre motor y alternador se realizará mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador irá montado y alineado sobre bancada construida en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

3.2.4. Cuadro de Protección, Arranque y Control

Podrá ir en bancada o separado. En él irán alojados los siguientes componentes:

- Interruptor automático de protección del circuito de potencia para su conexión al panel de conmutación del cuadro general de B.T. del edificio. Será de corte omnipolar y dispondrá de un módulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Módulo informático de Mando y Vigilancia.
- Vigilantes de tensión de Red y Grupo regulables.
- Cargador automático de batería de acumuladores.
- Panel de funciones y alarmas con pulsadores luminosos servicios: Automático, Manual, Pruebas y Desconectado.
- Aparatos de medida con: Frecuencímetro, Voltímetros y Amperímetros para consumos y carga de acumuladores.
- Protecciones y contactores para circuitos auxiliares de funcionamiento, sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

3.2.5. Depósito de Combustible

Su capacidad se dimensionará para ocho horas de funcionamiento continuo a plena carga. Su construcción será con doble pared e irá instalado en el local del GE, bien apoyado en el suelo, bien sobre bastidor autoportante (apoyado en el suelo). En cualquier caso dispondrá de tomas bajas para impulsión y alta de retorno del Gasóleo, indicador de nivel con contacto de alarma, respiradero, bomba manual de llenado con manguera flexible de 3,5 m y válvulas de purga.

3.2.6. Juego de Herramientas

Se suministrará una caja de herramientas con útiles universales y específica para el GE con un mínimo de 70 unidades entre las que se incluirán: llaves, martillos, juego de atornilladores, alicates, aceitera, bomba de engrase, juego de galgas, cepillos de púas, etc.

3.2.7. Documentación y Apoyo Técnico

Incluirá la siguiente documentación:

- Planos de esquemas del sistema eléctrico.
- Libros de despiece del motor diesel.
- Manual de mantenimiento.
- Curso básico a personal de Mantenimiento para inspecciones y pruebas periódicas del GE.

3.3. Normas de Ejecución de las Instalaciones

Para el acondicionamiento del local y obras complementarias necesarias para la instalación del GE, se tendrán presentes las recomendaciones y planos de detalle del fabricante, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas para llevarlas a término.

Además de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que pudieran afectar emanadas de Organismos Oficiales, específicamente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82 e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84.

3.4. Pruebas Reglamentarias en la Puesta en Servicio

Una vez el GE instalado y dispuesto para su funcionamiento, se examinará la buena ejecución y acabado de las instalaciones, para seguidamente someterlo a las siguientes pruebas:

3.4.1. Funcionamiento Modo Manual en Presencia de Red

Mediante los pulsadores de la placa frontal del cuadro eléctrico se realizarán las siguientes maniobras:

1. Arrancada del GE hasta que se consiga la frecuencia y tensión nominales.
2. Transferencia de carga de Red al GE, comprobando el buen funcionamiento de las conmutaciones.
3. Estando el GE en prueba 2), se cortará el suministro general de Red comprobando que en estas condiciones no es posible realizar la transferencia manual a Red. Conectando de nuevo el suministro general de Red se procederá a la prueba 4).
4. Transferencia manual de carga desde el GE a la Red, volviendo a comprobar el buen funcionamiento de las conmutaciones.
5. Parada del GE.

3.4.2. Funcionamiento Modo Automático en ausencia de Red

En esta función el GE debe arrancar por las siguientes causas:

- Fallo total del Suministro de Red.
- Fallo de algunas de las fases L1, L2 o L3.
- Bajada o subida de la tensión de Red fuera de los límites de % establecidos.
- Variación de la frecuencia de la tensión de Red fuera de los límites establecidos.
- Inversión de la secuencia de fases.

En este modo de funcionamiento se realizarán las siguientes pruebas:

1. Comprobación del arranque y transferencias GE-Red por las causas anteriores, así como que deberá estar comprendido entre 20 y 30 segundos.
2. Ajustes de temporizaciones de arranque ante fallos de Red y de transferencias de carga.

La transferencia de GE a Red se realizará con retardo mínimo de 15 segundos para confirmar la estabilidad del retorno. Hecha la transferencia GE-Red el GE debe mantenerse girando unos minutos para su refrigeración, parándose por sí solo y quedando en vigilancia para iniciar un nuevo proceso.

3.4.3. Funcionamiento Modo Pruebas

En este funcionamiento se volverán a repetir las pruebas de Funcionamiento Modo Manual en presencia de Red. Quitando el suministro de Red, se realizarán las pruebas de Funcionamiento Modo Automático en ausencia de Red. Los resultados deben ser los mismos que los obtenidos en pruebas anteriores.

Pasando a Modo Desconectado, sea cual fuere el estado de las instalaciones del GE y la función que se encuentre realizando, el GE se deberá parar por sí solo.

Se examinará y verificará el estado de Pulsadores, Lámparas de Señalización y Alarmas de la placa frontal del cuadro eléctrico del grupo y transferencias, debiendo existir como mínimo:

- Conmutador Modos de Funcionamiento: Manual, Automático, Pruebas y Desconectado.
- Pulsadores de: Arranque Manual, Parada Manual, Conexión de Cargas a Red, Conexión de Cargas a Grupo, Corte Bocina, Desbloqueo de Alarmas, Prueba Lámparas y Parada Emergencia.
- Lámparas de Señalización: Presencia de Red, Presencia de Grupo, Fallo Arranque, Baja Presión Aceite y Exceso Temperatura.
- Alarmas con Identificación: Fallo Arranque Automático, Baja Presión de Aceite, Parada de Emergencia y Bajo Nivel de Combustible.

4. EQUIPOS DE SUMINISTRO DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI)

4.1. Generalidades

Su función principal es asegurar la alimentación continuada de energía eléctrica estabilizada y filtrada, sin interrupción a cargas críticas, en las siguientes situaciones de la alimentación de entrada al equipo:

- Corte del suministro eléctrico normal.
- Sobretensiones o subtensiones momentáneas permanentes.
- Picos transitorios.
- Microcortes.

El suministro en salida, a semejanza del de entrada, será corriente alterna senoidal con la misma tensión nominal.

La función principal del S.A.I. deberá estar garantizada durante el tiempo de autonomía especificado en placa de características, mediante la energía almacenada en sus baterías. Así mismo, deberá evitar que ningún corte o variación en los parámetros de la red de entrada, pueda influir en la estabilidad y filtrado de la tensión de salida.

En su fabricación los materiales y componentes utilizados deberán ser nuevos y de suministro ordinario, no pudiendo haber sido utilizados anteriormente, excepto en los propios ensayos de su proceso de fabricación.

Todos los dispositivos electrónicos activos deberán ser sólidos, formando subconjuntos y módulos intercambiables que faciliten el stock y mantenimiento, asegurando al propio tiempo su elevada fiabilidad dentro de los parámetros de utilización.

Dada la importancia creciente de la protección del medio ambiente se deberán tener presentes todas las medidas ecológicas recomendadas, tanto en la construcción como en su concepción tecnológica, y así deberán estar fabricados con materiales reciclables sin PVC u otros plásticos que puedan dañar el entorno. Los embalajes igualmente deberán estar fabricados a partir de materiales reciclables de forma que preserven los recursos naturales.

Su tecnología deberá minimizar las repercusiones en la red, garantizar un factor de potencia equivalente a la unidad, reducir los costes de explotación por alto rendimiento y disminuir al máximo la generación de calor y ruido. Todo esto permitirá obtener la certificación ISO 9.001, de forma que puedan afrontarse con garantías las exigencias comunitarias en materia de protección medioambiental.

Deberán ser concebidos, probados y preparados según las más recientes normas IEC y CEE sobre este tipo de equipos.

Estarán diseñados para aguantar temperaturas ambientales entre 0°C y 40°C con una humedad relativa de hasta el 90% sin condensaciones. Su clase de protección será IP 205.

Para potencias iguales o superiores a 700 vatios, todos los SAIs dispondrán de By-pass estático por avería en el equipo, By-pass manual para mantenimiento y Filtro de Armónicos que disminuyan la reinyección de ellos a la red.

Cumplirán con las normas de seguridad IEC 950 y EN 50091-1-1, con compatibilidad electromagnética conforme a la EN 50091-2. clase A, y sus configuraciones serán según normas IEC 62040-3 y ENV 50091-3.

Todas las señalizaciones serán sobre pantalla de cristal líquido, disponiendo de ellas para:

- Modo funcionamiento.
- Tensión, Intensidad y Frecuencia en Entrada.
- Tensión, Intensidad y Frecuencia en Salida.
- Tensión e Intensidad de Batería.
- Tiempo real de autonomía.
- Alarma paro inminente.
- Alarma funcionamiento modo Batería.

Deberá disponer de contactos libres de tensión y salidas propias para señalización remota de:

- S.A.I. conectado.
- Funcionamiento modo By-pass, con alarma “acústica-luminosa”.
- Funcionamiento modo batería, con alarma “acústica-luminosa”.
- Baterías descargadas.
- Indicación del tiempo real de autonomía con la carga de ese momento.

Asimismo dispondrá de un módulo de comunicaciones (interface, ordenadores) RS 232 que permita la gestión externa del equipo y una tarjeta de conexión a red informática SNMP.

Hasta la potencia nominal de 700 VA, serán del tipo LINE INTERACTIVE VI con estabilizador de tensión (AVR) y módulo de comunicaciones RS 232 con el correspondiente software para comunicación, con Entrada/Salida: Monofásico/Monofásico. Para potencias superiores será ON-LINE de doble conversión, y conmutaciones automática por fallo intrínseco del equipo, y manual para mantenimiento; pudiendo ser su Entrada/Salida: Monofásica/Monofásica, y Trifásica/Monofásica.

Los S.A.I.s del tipo ON-LINE, no darán lugar a una “separación de circuitos” entre la corriente de entrada y la de salida actuando en “Modo Red Presente”, y cumplirán en todo con lo exigido por la ITC-BT-28 referente a fuentes propias centralizadas de energía para alimentación a Servicios de Seguridad pertenecientes a la categoría “SIN CORTE”.

El nivel máximo de ruido debido a un funcionamiento normal, incluida la ventilación forzada de que debe disponer el S.A.I., no superará los 56 dB a un metro de distancia.

El control de calidad estará asegurado mediante un programa con certificado expedido por AENOR u otra entidad internacional reconocida.

Todos los equipos y componentes suministrados deberán ser productos de catálogo y haber dado pruebas y referencias de un buen funcionamiento, no debiendo generar en la red de entrada (suministro normal) corrientes armónicas, además de bloquear la transmisión de las generadas en la carga. Con los S.A.I. se entregará la siguiente Documentación:

- Manual de Instalación.
- Manual de Utilización.
- Manual de Puesta en Marcha.
- Pruebas de reinyección de corrientes armónicas y factor de potencia en carga.

4.2. Características Generales

4.2.1. Batería de Acumuladores

Su capacidad en A/h, ó kWxh será conforme con las necesidades reales establecidas en Memoria y Mediciones. Los acumuladores a utilizar serán de Plomo-Calcio (Pb-Ca), estancos y sin mantenimiento, formada por monobloques de 6/12 V según DIN 40739 o DIN 40741. En caso de ser batería según DIN 40739 deberá estar equipada con tapones de recombinación de gases, con ausencia en 5 años de mantenimiento.

El diseño de la vida de las baterías, en condiciones normales de funcionamiento e instalación, deberá ser como mínimo hasta 10 años con capacidad restante, al menos, del 80%.

Su característica de carga será con compensación de la tensión en función de la temperatura, y el tiempo de carga no será inferior a 4 horas para el 90% de la carga. Irán instaladas en un armario metálico de color a elegir por la DF y según exigencias de la VDE 0510. Las tensiones nominales, de carga y flotación, serán las indicadas en Memoria y Mediciones. Dispondrán de protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos, así como de test automático programable y software de gestión y alarma de baterías.

4.2.2. Entrada del Equipo

Será para conexión a un suministro normal de 3×400 V o de 231 V, con una tolerancia del $\pm 15\%$ en el funcionamiento normal y del $\pm 10\%$ en el By-Pass, para una frecuencia nominal de 50 Hz $\pm 6\%$ y velocidad de sincronismo 1 Hz/s con sincronismo de adaptación.

La forma de onda de entrada deberá ser senoidal y la distorsión armónica que el S.A.I. dé lugar en ella no superará al 8% en corriente, y al 5% en tensión (THD); ambos en valores RMS para cualquier condición y régimen de carga.

Su inmunidad electromagnética será conforme a las normas VDE 0160 y EN 50082-1.

Dispondrá de alarmas para indicar "fuera de límites" de tensión o frecuencia.

4.2.3. Salida del Equipo

La potencia de carga máxima en kilovatios será la indicada en Memoria y Mediciones para una tensión de 3×400 V o de 231 V según sean trifásicos o monofásicos, permitiendo una sobrecarga del 200% durante siete segundos y del 150% durante un minuto.

La tensión de salida estará regulada en un $\pm 1\%$ con carga estática simétrica, en un $\pm 3\%$ con carga estática asimétrica, y un $\pm 5\%$ con carga dinámica de 0 a 100%.

La distorsión armónica no superará los límites del $\pm 3\%$ para carga lineal, y del $\pm 5\%$ para la no lineal, tanto en tensión como en intensidad, y siempre en valores RMS.

La frecuencia será de ± 50 Hz estando sincronizada con la red de entrada, y su valor no superará los límites del 0,1% con la red ausente (modo batería).

Permitirán el acoplamiento en paralelo hasta de 6 unidades; con el fin de poder satisfacer futuras ampliaciones de demandas crecientes de la carga, así como de necesidades para soluciones de redundancia, superredundancia y redundancia n+1.

Dispondrán de alarmas para acusar las sobrecargas y tensión fuera de límites, así como señalización permanente (estando en modo batería) del tiempo de autonomía disponible del suministro al régimen de consumo que está proporcionando.

4.3. Tipo de SAI y Características Particulares

4.3.1. SAI Monofásico hasta 700 Vatios (W)

Topología	line – interactivo/ VI
Autonomía	20 minutos con una carga de dos PCs
Número de salidas	2×IEC320C13
Interfaz de comunicaciones	integrable, Multisistema, RS 232
Puertos telefonía	2×RJ-11
Temperatura ambiente	25° C ± 10°C
Humedad relativa	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación	Calidad según ISO 9000-9002; Seguridad según EN55022; Radiofonía e Inmunidad según EN50091-2, FCC CIB P-15 S-J, ANSI C62.41 (IEEE587)A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Rendimiento 100% carga	> 98%
Ruido acústico	< 40 dB (A)
Tensión de entrada	231 V c.a.
Tolerancia de tensión	Paso a baterías con Subtensión de 165 V Sobretensión 270 V
Frecuencia de entrada	50 Hz ± 5%
Factor de potencia de entrada	> 0,99 (al 100% de carga)
Tensión nominal de continua	12 ó 24 V
Vida media de baterías	mínimo 5 años
Tiempo de recarga de baterías	mínimo 2 horas y máximo 10 horas para el 90% de capacidad
Tensión de salida	231 V c.a. ± 5% (± 2% en baterías)
Frecuencia de salida	sincronizada 50 Hz (± 0,1 %)
Potencia de salida	550 VA (mínimo)
Factor de potencia de la carga	desde 0,5 capacitivo hasta 0,5 inductivo
Capacidad de sobrecarga	120 % durante 1 minuto
Factor de cresta de la carga	3:1

Tabla 48: Características SAI hasta 700W

4.3.2.- SAI Monofásico entre 700 y 4.000 Vatios (W)

Topología	on-line doble conversión VFI
Autonomía	según especificaciones de Memoria y Presupuesto
Funcionamiento	automático, con control manual y comprobación automática de baterías
Autodiagnóstico	automático, programable, mínimo cada 14 días incluyendo prueba de baterías
Interfaz de comunicaciones	RS232 (DB9) integrado
Interfaz usuario	LEDs con carga / medidor de batería y alarmas
Interfaz red	Windows NT, Novell, SCO UNIX, IBM AIX, OS/2, HP-HX, Solaris
Interfaz SNMP	mínimo adaptador SNMP
Temperatura ambiente	de 0° C a 40° C
Humedad relativa	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación	Calidad según ISO 9001; Seguridad según EN55022; radiofrecuencia e inmunidad según EN50091-2, FCC CIBP-155-J, ANSI C62.41 (IEEE 587) Cat A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Ruido acústico	< 40 dB (A)
Tiempo transferencia	Nulo
Tensión de entrada	231 V c.a.
Tolerancia de tensión	Subtensión de 170V y sobretensión de 276V sin paso a baterías.
Frecuencia de entrada	50 Hz \pm 5%
Protección sobretensiones	según EN50082 y conforme IEC801-4
Eliminación EMI	según EN55022, CISPR 22B
Baterías	herméticas de Pb-Ca. Sin mantenimiento
Tiempo de recarga de baterías	mínimo de 4 horas y máximo de 10 horas para el 90% de su capacidad
Vida media de baterías	mínimo: 5 años
Tensión de salida	231 V c.a. \pm 1,5%
Frecuencia de salida	Sincronizada, 50 Hz \pm 0,01% (batería)
Factor de potencia de la carga	Desde el 0,5 hasta el 1 inductivo
Capacidad de sobrecarga	150 % durante 4 segundos
Factor de cresta de la carga	3:1

Tabla 49: Características SAI de 700W a 4kW

4.3.3. SAI Monofásico y Trifásicos entre 4.000 y 30.000 Vatios (W)

Topología	On-line doble conversión acoplable en paralelo
Autonomía	según especificaciones de Memoria y Presupuesto
Funcionamiento	automático, con control manual de módulos.
	Comprobación automática de batería, by-pass y silencio de alarmas
Autodiagnóstico	automático, programable, mínimo cada 14 días incluyendo prueba de baterías
Paso a By-Pass	automático, por sobrecarga o fallo S.A.I.
Interfaz de comunicaciones	Dos salidas RS 232 integradas (una para comunicación con PC y otra para sinóptico remoto)
Interfaz usuario	LEDs con carga / medidor de batería y alarmas
Interfaz red	Windows NT, Novell, SCO UNIX, IBM AIX, OS/2, HP-HX, Solaris
Interfaz SNMP	mínimo adaptador SNMP
Temperatura ambiente	De 0° C a 40° C
Humedad relativa	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación	Calidad: según ISO 9001; Seguridad según EN55022; radiofrecuencia e inmunidad según EN50091-2, FCC CIBP-155-J, ANSI C62.41 (IEEE 587) Cat A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Ruido acústico	< 56 dB (A)
Rendimiento al 100% de carga	≥ 91%.
Tiempo transferencia	Nulo
Tensión de entrada	231 V c.a. o 400 V c.a.
Tolerancia de tensión	± 15%
Frecuencia de entrada	50 Hz ± 5%
Protección sobretensiones	Según EN50082-1 y conforme IEC801-4/5
Eliminación EMI	Según EN55022, CISPR 22B
Baterías	Herméticas de Pb-Ca. Sin mantenimiento
Tiempo de recarga de baterías	Mínimo de 4 y máximo de 10 horas para el 90% de su capacidad
Vida media de baterías	Mínimo: 5 años
Tensión de salida	231 ±1% / 400 ±1%
Frecuencia de salida	Sincronizada, 50 Hz ± 0,01% (batería)
Factor de potencia de la carga	Desde el 0,6 hasta el 1 inductivo
Capacidad de sobrecarga	150 % durante 1 minuto y 200 % durante 7 segundos
Factor de cresta de la carga	3:1

Tabla 50: Características SAI de 4 a 30kW

4.4. Características de los locales destinados a alojar los SAIs

A todos los efectos estos locales cumplirán con las condiciones establecidas para aquellos afectos a un Servicio Eléctrico según la ITC-BT-30 apartado 8, debiendo disponer de una ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30 °C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera.

5. CUADROS DE BAJA TENSIÓN

5.1. Generalidades

Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 440 V y frecuencia 50/60 Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros serán para montaje mural apoyados en el suelo con unas dimensiones mínimas de 1.800×800×400 mm y máximas de 2.100×1.200×1.000mm. Los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 1000×550×180 mm y máximas de 1.500×1.000×200 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo, bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo. Los locales donde se sitúen los Cuadros Generales, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, dispondrán de cerramientos de una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, deberán cumplir con la ITC-BT-30 apartado 8, disponer de ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30 °C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera.

El techo del local que alberga el CT deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Todos los cuadros se suministrarán conforme a lo reflejado en esquemas, acabados para su correcto montaje y funcionamiento del conjunto, aún cuando algún material (siendo necesario) no esté indicado explícitamente.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos definitivos para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.

Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección local para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedará al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el accionamiento directo a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles provistas de cerradura con llave que lo obstaculice; esta condición es extensiva a todos los cuadros.

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el R.E.B.T., ITC-BT-17, ITC-BT22, ITC-BT23, ITC-BT24 e ITC-BT28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 e IEC-60439 aplicables a cada uno de sus componentes.

Todos los cuadros llevarán bolsillo portaplanos, portaetiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas, empleándose métodos de construcción que permitan ser certificados por el fabricante en sus características técnicas.

El suministro de todos y cada uno de los cuadros eléctricos llevará anejo un libro de especificaciones con las características técnicas del material que contiene y de las pruebas con resultados obtenidos referentes a:

- Esfuerzos electrodinámicos.
- Rigidez dieléctrica.
- Disipación térmica.
- Grado de protección frente a los agentes externos.
- Funcionamiento de enclavamientos.
- Funcionamiento de protecciones y valores ajustados.
- Verificación de la resistencia de aislamiento total del cuadro.

Todo ello realizado conforme a la norma UNE-EN-60439.1

5.2. Componentes

5.2.1. Envolventes

Serán metálicas para Cuadros Generales, y aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios según se especifique en Mediciones.

Las envolventes metálicas destinadas a Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de la instalación, estarán constituidos por paneles adosados con dimensiones mínimas de 2.000×800×400 mm y máximas de 2.100×1.200×1.000 mm provistos de puertas plenas delanteras abatibles o módulos de chapa ciega desmontables que dejen únicamente accesibles en ambos casos los mandos de los interruptores, disponiendo también de puertas traseras desmontables. Los paneles estarán contruidos mediante un bastidor soporte enlazable, revestido con tapas y puertas en chapa electrocincada con tratamiento anticorrosivo mediante polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, grado de protección IP 307 como mínimo. Serán conforme a normas UNE-EN60.439-1-3, UNE 20.451, UNE 20.324, e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los paneles ensamblados entre sí y fijados a bancada en obra, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Las puertas delanteras irán troqueladas para dejar paso a los mandos manuales de interruptores, que a su vez irán fijados al bastidor del panel mediante herrajes apropiados al conjunto. Toda la mecanización de las envolventes deberá ser realizada con anterioridad al tratamiento de protección y pintura. La tornillería utilizada para los ensamblados será cadmiada o zincada con arandelas planas y estriadas.

Tanto las puertas traseras como las delanteras cuando las lleven, dispondrán de junta de neopreno que amortigüe las vibraciones.

El cuadro en su conjunto, una vez terminado y con las puertas cerradas, solo podrá dejar acceso directo a los mandos de interruptores por su parte frontal, quedando a la vista únicamente los mandos, aparatos de medida, manivelas de las puertas, señalizaciones, rótulos, etiqueteros y esquemas sinópticos.

Todos los paneles dispondrán de una borna para conexión del conductor de protección por puesta a tierra.

Las envolventes para Cuadros Generales de Distribución (CGD), serán en su construcción, semejantes a las descritas anteriormente, si bien en este caso las dimensiones de los paneles serán como máximo de 2.000×1.000×500 mm, disponiendo de doble puerta frontal, la primera ciega o transparente (según mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestrada de seguridad; la segunda atornillada y troquelada para acceso de mandos y elementos de control. Su grado de protección será IP 307 como mínimo.

El acceso al cuadro será únicamente por su parte frontal, debiendo su diseño y montaje permitir la sustitución de la aparamenta averiada sin que sea necesario el desmontaje de otros elementos no implicados en la incidencia.

Estas envolventes una vez fijadas a la bancada y paredes, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Todas las envolventes descritas anteriormente dispondrán de rejillas y filtro para polvo que favorezcan su ventilación, irán pintadas en color a elegir por la DF y llevarán cáncamos para elevación y transporte.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos ellos serán de doble puerta frontal, la primera transparente o ciega (según Mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestrada de seguridad, y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos. El grado de protección será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales. Su construcción y fijación soportará los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito de 15 kA.

5.2.2. Aparamenta

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento, maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexonado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia del diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE-20.460-4-473. Esta aparamenta deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que deja sin servicio.
- Limitará la sollicitación térmica generada en el cortocircuito máximo a valores inferiores a los admisibles por el cable que protege.

Una vez elegidos los interruptores automáticos de máxima corriente y sus bloques de relés de corto y largo retardo bajo la condición de que un disparo frente a cortocircuitos sea selectivo con respecto a los previstos aguas arriba y aguas abajo de los mismos, las regulaciones necesarias a realizar de corto retardo (I_m) y de largo retardo (I_r) deberán seguir manteniendo dicha selectividad en el disparo; para ello los valores relativos ajustados entre los diferentes escalones sucesivos de protección deberán ser iguales o superiores a los de las siguientes tablas; salvo que el fabricante de la aparamenta garantice y certifique otros más convenientes:

- Tabla I para circuitos de distribución no destinados a motores

PRIMER ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		SEGUNDO ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		TERCER ESCALÓN (RELÉS FIJOS)		CUARTO ESCALÓN (RELÉS FIJOS)	
$I_{r1} \geq 80 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 205 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 50 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 128 \text{ A}$	$I_{r3} = 20 \text{ A}$	$I_{m3} = 80 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 100 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 256 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 63 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 160 \text{ A}$	$I_{r3} = 25 \text{ A}$	$I_{m3} = 100 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 160 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 409 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 100 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 256 \text{ A}$	$I_{r3} = 40 \text{ A}$	$I_{m3} = 160 \text{ A}$	$I_{r4} = 10/16 \text{ A}$	$I_{m4} = 40/64 \text{ A}$
$I_{r1} \geq 200 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 512 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 125 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 320 \text{ A}$	$I_{r3} = 50 \text{ A}$	$I_{m3} = 200 \text{ A}$	$I_{r4} = 20 \text{ A}$	$I_{m4} = 80 \text{ A}$
$I_{r1} \geq 250 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 644 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 160 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 403 \text{ A}$	$I_{r3} = 63 \text{ A}$	$I_{m3} = 252 \text{ A}$	$I_{r4} = 25 \text{ A}$	$I_{m4} = 100 \text{ A}$

Figura 51: Intensidad Mínimas de Protección

- Tabla II para circuitos de distribución destinados a motores

PRIMER ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		SEGUNDO ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		TERCER ESCALÓN (RELÉS FIJOS)		CUARTO ESCALÓN (RELÉS FIJOS)	
$I_{r1} \geq 144 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 307 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 48 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 192 \text{ A}$	$I_{r3} = 16 \text{ A}$	$I_{m3} = 120 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 180 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 384 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 60 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 240 \text{ A}$	$I_{r3} = 20 \text{ A}$	$I_{m3} = 150 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 225 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 481 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 75 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 301 \text{ A}$	$I_{r3} = 25 \text{ A}$	$I_{m3} = 188 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 288 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 614 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 96 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 384 \text{ A}$	$I_{r3} = 32 \text{ A}$	$I_{m3} = 240 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 360 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 768 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 120 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 480 \text{ A}$	$I_{r3} = 40 \text{ A}$	$I_{m3} = 300 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 450 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 960 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 150 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 600 \text{ A}$	$I_{r3} = 50 \text{ A}$	$I_{m3} = 375 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 567 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 1.210 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 189 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 757 \text{ A}$	$I_{r3} = 63 \text{ A}$	$I_{m3} = 473 \text{ A}$	-----	-----

Figura 52: Intensidades Mínimas de Protección

El tiempo máximo de apertura del interruptor automático por acción de la corriente I_m regulada, debe ser igual o inferior a 0,4 segundos para la tensión del circuito de 230 V (ITC-BT-24, apartado 4.1.1 con esquema TN-S).

El tarado de protecciones de corto retardo (I_m), en el sistema de distribución TN-S, será igual o inferior a la corriente presunta de defecto (I_d) en el extremo del cable más alejado del disyuntor que le protege; debiéndose cumplir que el producto de la I_d por la suma de impedancias de los conductores de protección, hasta el punto Neutro, sea igual o inferior a 50 V; todo ello como cumplimiento de la ITC-BT-24 apartado 4.1.1. Esta condición no es de aplicación a las líneas protegidas en cabecera mediante Dispositivos de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR).

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado en largo retardo (I_r) de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las solicitaciones térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.

Todos los dispositivos de protección por máxima corriente serán de corte omnipolar, y cuando sean tetrapolares el polo neutro también llevará relé de sobreintensidad.

Cuando exista escalonamiento en las protecciones y en cumplimiento de la ITC-BT-19 punto 2.4, se deberán mantener criterios de SELECTIVIDAD NATURAL (amperimétrica, cronométrica o energética), o bien SELECTIVIDAD REFORZADA, conjugando poderes de LIMITACIÓN en los interruptores de cabecera con poderes de corte y solicitaciones térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo (FILIACIÓN). Cuando se esté obligado a establecer SELECTIVIDAD CRONOMÉTRICA, en la regulación de tiempos de disparo se tendrá muy en cuenta que la sollicitación térmica en el cortocircuito no supere la máxima admisible por el cable que se proteja. Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas proporcionadas por el fabricante de la Aparamenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones.

En redes reticuladas o en anillo, como pueden considerarse las constituidas por transformadores o grupos electrógenos que alimentan en paralelo a un barraje común, se deberá tener en cuenta la Protección Direccional, a fin de que un cortocircuito en esta red “Seleccione” el interruptor que debe abrir para que el corte afecte a la mínima parte de la red a la que alimentan (SELECTIVIDAD DE ZONA DIRECCIONAL).

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de disyuntores, Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de

puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TN-S. No obstante, cuando se utilice el TN-S, la protección contra contactos indirectos de las líneas hasta el último escalón de protección, podrá estar realizada mediante los dispositivos de disparo de máxima intensidad en corto retardo.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado.

Como excepción se establecerá para Quirófanos, Camas de U.V.I., Salas Exploraciones Especiales, y en general en todas aquellas salas de intervención sanitaria donde se usen receptores invasivos eléctricamente, un sistema de protección de personas definido en el R.E.B.T. en la ITC-BT-38, apartado 2. El transformador utilizado para ello deberá ser en "baja inducción", y dispondrá de pantalla entre primario y secundario; podrá ser trifásico o monofásico, según se indique en otros documentos del Proyecto. Cuando sea trifásico su grupo de conexión será Yd11 con tensiones de $400 \pm 3 \pm 5 \% V$ en primario y 231 V en secundario, siendo la corriente capacitiva máxima entre primario y secundario, en todos los casos (monofásicos y trifásicos) inferior a $80 \mu A$ y su potencia no superará los 7,5 kVA. Cuando sea monofásico sus tensiones serán $231 \pm 3 \pm 5 \% V$ en primario y 231 V en secundario. Como complemento se exigirá un Monitor Detector de Fugas con indicador permanente del nivel de aislamiento y sistema de alarma acústico-luminoso ajustable; además dispondrá de señalización verde "correcto funcionamiento" y pulsador de parada para la alarma acústica. Cuando el Monitor Detector de Fugas sea por resistencia, la corriente máxima de lectura en c.c. que aportará en el primer defecto no será superior a $150 \mu A$, ni la de fuga en c.a. superior a $20 \mu A$. Estos cuadros "Paneles de Aislamiento" (PA) dispondrán además de un sistema de barras colectoras para conductores de protección y equipotencialidad, así como disyuntores para protección de los circuitos de distribución.

El Monitor Detector de Fugas dispondrá, en todos los casos, de un Terminal Remoto repetidor de las señales del propio monitor, o de un conjunto de monitores con indicación individualizada permitiendo al propio tiempo su Gestión Centralizada, para lo que deberá disponer de canal de comunicaciones además de capacidad de registro en memoria como archivo histórico. Con ello se conseguirá conocer y analizar datos en tiempo real.

El Transformador Separador será conforme a la UNE-20.615 y para unas intensidades iguales o inferiores a un 3% para la de vacío, y a 12 veces la intensidad nominal para la de pico en la conexión.

5.2.3. Embarrados y Cableados

En los cuadros CGBT y CGD las conexiones entre interruptores y disyuntores con intensidades iguales o superiores a 250 A, se realizarán mediante pletina de cobre con cubierta termorretráctil o pintados en colores normalizados fijada a la estructura del cuadro con aisladores o rigidizadores de barraje. Tanto los soportes, como dimensión y disposición de pletinas, formarán un conjunto capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos ante un cortocircuito calculado para ellos en cada caso, de no quedar concretamente especificado en otros documentos del Proyecto. El conexionado entre pletinas, y entre ellas y la aparamenta se realizará con tornillería hexagonal de rosca métrica, dispuesta de arandelas planas y estriadas; todo en acero cadmiado. La sección de las pletinas permitirá, al menos, el paso de la intensidad nominal de los interruptores que alimentan, sin calentamientos.

La barra de Neutros será única en todo el recorrido dentro de los Cuadros Generales de Baja Tensión, no existiendo interrupción de la misma incluso en el caso de barrajes separados para diferentes transformadores de potencia, vayan o no acoplados en paralelo.

Cuando los embarrados estén realizados con pletina de 5 mm de espesor ejerciéndose los esfuerzos electrodinámicos en el sentido de esta dimensión, los soportes de fijación del barraje no se distanciarán más de 35 cm, siempre que la pletina pueda vibrar libremente. Si la pletina es de 10 mm instalada en las mismas condiciones, esta distancia máxima entre soportes podrá ser de 50 cm. En ambos casos la carga máxima a la que se verá sometido el barraje de cobre frente a la corriente presunta de cortocircuito en él, deberá ser igual o inferior a 2500 kg/cm^2 (carga al límite elástico) para el cobre “duro”. Como cálculo reducido para el cobre “duro”, podrán utilizarse las siguientes expresiones:

- a) Sin todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga apoyada en sus extremos):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{65 \times d \times W} \leq 2500 \quad (26)$$

Donde:

W	Módulo resistente de la sección en cm^3
I_{cc}	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

- b) Con todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga empotrada en sus extremos):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{98 \times d \times W} \leq 2500 \quad (27)$$

Donde:

- W Módulo resistente de la sección en cm^3
 I_{cc} Intensidad de cortocircuito en kA
 L Distancia entre soportes del embarrado en cm
 d Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

Cuando el disparador de “corto retardo” disponga de regulación en tiempo, se comprobará que, para el tiempo ajustado, el barraje no se verá sometido a fatiga en el momento del cortocircuito. De estimarse que el número de pulsos que la temporización admite da ocasión a fatiga del material, la carga máxima admitida como máximo en las expresiones anteriores será 1.200 kg/cm^2 para barrajes de cobre.

Con los valores obtenidos para la distancia entre apoyos y soportes, se comprobará que el barraje no se verá sometido a fenómenos de resonancia derivados de la pulsación propia de los esfuerzos electrodinámicos debidos a la corriente eléctrica que por él discurre.

La expresión simplificada por la que puede calcularse la frecuencia propia de oscilación del embarrado es:

$$f = 50 \times 10^4 \times \frac{b}{L^2} \quad (28)$$

Donde:

- b Longitud en cm. de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo.
 L Longitud en cm. medida entre apoyos o soportes rigidizadores del barraje.

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean ($50 \times 2 = 100 \text{ Hz}$), se ha de elegir una distancia entre apoyos del barraje que dé un cociente entre ambas frecuencias $\left(\frac{f}{50}\right)$ sensiblemente distinto de 1, 2 y 3.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en B.T. del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que

constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde (CP) y su sección no será inferior a 60×5 mm en los CGBTs y de 30×5 mm en los CGDs.

Todo el embarrado irá pintado con los colores indicados en la ITC-BT-19 punto 2.2.4, utilizando el Negro, el Marrón y el Gris para cada una de las Fases (L1, L2 y L3), y el Azul para el Neutro (N).

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores iguales o inferiores a 250 A. Siempre serán con cables flexibles RZ1-K-0,6/1 kV (AS), dimensionado para la intensidad nominal del interruptor y provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. La distribución del cableado dentro del cuadro será en mazos de cables aislados, fijados a la estructura del mismo mediante bridas aislantes de Poliamida 6.6 sobre cama de este mismo material que impida el contacto directo de los conductores con la estructura metálica. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los mismos a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del conductor la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante, aislándose mediante material termotráctil con colores reglamentarios todas las derivaciones de las barras que sirven para la conexión a la Aparamenta.

La interconexión entre el interruptor general y los disyuntores de cabecera en los cuadros CSs, deberá ser realizada mediante el empleo de barras repartidoras tetrapolares modulares para una intensidad de 160 A, disponiendo las barras de separadores aislantes y envolvente del mismo material, que garanticen una tensión asignada impulsional de 8 kV y 16 kA de intensidad de cortocircuito, siendo conforme a la norma EN60947-1.

Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 25 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente. Los cables de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro serán del tipo ES07Z1-K (AS), con sección mínima de 6 mm², provistos de terminales a presión para sus conexiones.

Los enlaces de reparto y salida correspondientes a disyuntores de 32, 40, 50 y 63 A se realizarán con cables RZ1-0,6/1Kv (AS) con sección mínima de 16 mm², provistos (como los anteriores) de terminales a presión para sus conexiones.

Cuando el cuadro esté preparado para que la Gestión Técnica Centralizada intervenga en él, todos los contactos libres de tensión (estados), así como los contactores incluidos para órdenes con este fin, serán cableados a bornas de salida mediante conductor de 1,5 mm² del tipo ES07Z1-k (AS).

No se admitirán otro tipo de conexiones en los cableados que las indicadas en este apartado.

5.2.4. Elementos Accesorios

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Bornas de Salida.
- Rótulos.
- Etiqueteros.
- Señalizaciones.
- Herrajes y fijaciones.
- Bornas.
- Retoques de pintura.

En general, son todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.

Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio.

5.3. Paneles de Aislamiento

Estos paneles tienen como objeto el cumplimiento de la ITC-BT-38 apartado 3 para la protección contra contactos indirectos en todas aquellas salas en donde, desde el punto de vista eléctrico, un receptor penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo humano, bien por un orificio corporal o bien a través de la superficie corporal, es decir, aquellos receptores aplicados que por su utilización endocavitaria pudieran presentar riesgo de microchoque sobre el paciente, los cuales tiene que conectarse a la red de alimentación a través de un transformador de aislamiento.

La construcción de estos Paneles de Aislamiento (PA) será conforme a la ITC-BT-38 apartado 2.1.3 y a la norma UNE-20.615, siendo su contenido el reflejado para cada uno de ellos en planos de esquemas de los mismos adjuntos al proyecto.

En el diseño y elección de materiales deben tenerse en cuenta que todas las protecciones eléctricas magnetotérmicas previstas en escalones sucesivos deben presentar Selectividad en el disparo frente a cortocircuitos. Esta conclusión se justificará mediante los cálculos oportunos.

Las características eléctricas de los elementos principales incluidos en ellos son:

- *Transformador de Aislamiento* - Será en baja inducción (igual o inferior a 8000 gauss) y dispondrá de pantalla entre primario y secundario. Su tensión de cortocircuito deberá ser igual o superior al 8%, y la corriente de fuga capacitiva de primario a secundario igual o inferior a 80 microamperios.

- *Dispositivo de Vigilancia de Aislamientos* - Será del tipo resistivo con indicador permanente del nivel de aislamiento y sistema de alarma acústico-luminosa ajustable. Además dispondrá de señalización verde “correcto funcionamiento” y pulsador de parada para la alarma acústica, siendo la máxima fuga en c.a. inferior a 20 microamperios, y la de lectura en c.c. no superará los 150 microamperios, generados por una tensión inferior de 9 voltios. Asimismo dispondrá de salida para Terminal Remoto repetidor de las señales del propio monitor o de un conjunto de monitores, con indicación individualizada, permitiendo al propio tiempo su gestión centralizada. Será también condición necesaria que disponga de enclavamientos de alarmas, de tal forma que una vez dada la alarma esta se mantenga aunque desaparezca la causa que la motivó; sólo podrán anularse las alarmas por personal especializado y autorizado para ello.
- *Barras colectoras EE y PT* - Estarán construidas mediante dos pletinas de cobre de 300 mm de longitud, 25 mm de altura y 5 mm de espesor, con taladros roscados, tornillo y arandela estriada para la conexión de conductores equipotenciales y de protección. Ambas pletinas irán fijadas al bastidor metálico del panel mediante soportes aislados.

6. CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN

6.1. Generalidades

Los cables aislados que este apartado comprende, se refiere a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000V y sección máxima de 300 mm². De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos para redes de distribución Categoría A.

Los cables para instalación enterrada serán no propagadores del incendio y llama, y reducida emisión de halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio.

La naturaleza del conductor quedará determinada por **Al** cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, o 0,6/1kV con tensión de ensayo a 3.500 V, cumpliendo estos últimos con las especificaciones de la Norma UNE-HD603.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Negro, Marrón y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde (ITC-BT-19 punto 2.2.4). Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde. Todos deberán ser dimensionados para:

- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrónicos que será para sus potencias nominales.
- Resistir las sollicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.
- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio (ITC-BT-19), deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas desde las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas hasta los Cuadros Secundarios de zona, deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz. Cuando la acometida es en Baja Tensión las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% en alumbrado y 5% en fuerza.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el R.E.B.T., ITC-BT-07 e ITC-BT-19 con la aplicación de la UNE-20.460-5-523. En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a $1,5\text{mm}^2$.

Por el tipo de aislamiento, en cuanto a las temperaturas máximas que pueden soportar los cables, éstos se han clasificado en dos tipos:

- Cables aislamiento en seco para temperatura de servicio permanente 70°C y de 160°C en cortocircuitos con duración igual o inferior a 0,5 segundos.
- Cables aislamiento en seco para temperatura de servicio permanente 90°C y de 250°C en cortocircuitos con duración igual o inferior a 5 segundos.

6.2. Tipo de Cables Eléctricos y su Instalación (ES07Z1-450/750V-AS)

6.2.1. Cables Eléctricos para Temperatura de Servicio 70°C

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 211002, 50.265, 50.266, 20.427, 50.267, 50.268, 50.267 y 50.268, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad; su tensión asignada será 450/750 V y la de ensayo 2.500 V, cumpliendo con la ITC-BT-28 punto 4, correspondiendo a la denominación ES07Z1 450/750V (AS).

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los cables se introducirán a través de boquillas protectoras.

El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los mismos y el diámetro del tubo, serán las indicadas en el apartado “Generalidades” del capítulo *Canalizaciones*. Referente a los canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Los cables podrán ser rígidos o flexibles. Cuando se utilicen flexibles, todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.

Este tipo de cables serán asimilables en cuanto intensidad admisible a los definidos en el R.E.B.T. con la designación PVC. Por lo tanto, las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-19, tablas y Norma UNE-20.460-94/5-523.

De conformidad con la UNE 21.145, para la clase de aislamiento (160°C) de estos cables (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos) la formula aplicable de calentamiento adiabático a un conductor en cobre de este tipo de aislamiento será:
 $I_{cc}^2 \times t = 13225 \times S^2$.

6.2.2. Cables Eléctricos para Temperatura de Servicio 90°C e Instalación al Aire (RZ1-0,6/1kV-AS)

Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21.123, 50.265, 50.266, 20.427, 50.267, 50.268 y 50.267 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio y total ausencia de halógenos; su tensión asignada será 0,6/1 kV, y la de ensayo 3.500 V, cumpliendo con la ITC-BT-28 punto 4 y correspondiendo a la denominación RZ1-0,6/1 kV (AS).

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión entre CT y CGBT, entre GE y CGBT, entre CGBT y CGDs, así como entre CGDs y CSs. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto, así como unipolares o multiconductores.

Su forma de instalación será la indicada en el apartado “Bandejas” del capítulo de *Canalizaciones*.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un conductor por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura de los cables no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio. En casos justificados podrán utilizarse palas de "deribornes" en sustitución de los terminales.

Los terminales se acoplarán a los extremos de los conductores de tal manera que no queden partes del material conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del conductor aislado.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los conductores con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 11 (aluminio) y 12 (cobre), así como factores de corrección según tablas 13,14 y 15 del R.E.B.T para instalación en Galerías Ventiladas, o la ITC-BT-19, tabla 1 con aplicación de la UNE-20.460-5-523 referente a los coeficientes de corrección. En ambos casos asimilables a los cables definidos en el R.E.B.T. con la designación XLPE.

De conformidad con la UNE 21.145 para la clase de aislamiento (250° C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de calentamiento adiabático será $I_{cc}^2 \times t = 20473 \times S^2$ para conductor de cobre, e $I_{cc}^2 \times t = 8927 \times S^2$ para el aluminio.

6.2.3. Cables Eléctricos para Temperatura de Servicio 90°C e Instalación Enterrada (RV-0,6/1kV)

Serán para instalación directamente enterrada o en tubo. Cumplirá con las Normas UNE 21.123, 50.265 y 50.267 referentes a sus características constructivas, siendo su tensión asignada de 0,6/1kV y la de ensayo 3.500 V, correspondiendo a la denominación RV-0,6/1kV.

Estos se enterrarán a una profundidad mínima de 70 cm en general y de 80 cm bajo calzadas. Cuando vayan directamente enterrados, la zanja se abrirá a 85 cm de profundidad y 60 cm de ancho. Sobre el terreno firme del fondo, se colocará un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables. Sobre ellos se colocará una nueva capa del mismo material que la cama, con unos 20 cm de espesor. Posteriormente se rellenará la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos una cinta o banda de polietileno de color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según Norma UNE 48.103.

Cuando por una misma zanja se instalen más de un cable tetrapolar o terna de unipolares la distancia entre ellos debe ser de 8 cm.

En los cruces de calles y badenes se procederá a entubar los cables como medida de protección, no debiendo ser la longitud entubada más de 20 m. Si esta longitud fuera superior, deben aplicarse los factores de corrección correspondientes para cables entubados y calcular la carga máxima en amperios que los cables pueden admitir sin sobrecalentamiento en estas condiciones.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 4 (aluminio) y 5 (cobre), así como factores de corrección según tablas 6,7,8,9 y apartados 3.1.2 y 3.1.3 del R.E.B.T. para aislamiento XLPE

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistemas de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 30 m e instalándose un solo circuito por tubo. Las arquetas, una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento. La intensidad admisible para cables en esta forma de instalación deberá ser calculada teniendo en cuenta un 0,7 por ir en tubos múltiples, más un 0,9 adicional (total $0,7 \times 0,9 = 0,63$) para compensar el posible desequilibrio de la intensidad entre cables cuando se utilicen varios por fase. Siempre partiendo de que los cables vayan enterrados a 60 cm como mínimo de la superficie del terreno y que la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de los cables agrupados sea igual o superior a 2.

Una variante a la instalación en tubo enterrado calificada como más aconsejable, la constituye el empleo de atarjeas con tapas registrables, en donde los cables clasificados en ternas se fijan a soportes formados por perfiles metálicos normalizados recibidos a las paredes, garantizando en ellas la ventilación por los extremos.

En el tendido de cables mediante sistemas mecánicos de tracción y rodadura, se dispondrá de un dinamómetro y sistema calibrado de protección por ruptura, que interrumpa la tracción al superarse los esfuerzos máximos de 5 kg/mm^2 de sección del conductor de cobre, o de 2,5 kg en el caso de aluminio. La velocidad de tendido no debe exceder de 5 m/min.

Para estos cables también rigen las prescripciones del apartado anterior.

6.2.4. Cables Resistentes al Fuego para Temperatura de Servicio 90°C e Instalación al Aire (RZ1-0,6/1kV-AS+)

La característica particular es la de su comportamiento ante el fuego, debiendo cumplir el ensayo especificado en las Normas UNE 20.431 y UNE-EN 50.200. El resto de características serán las indicadas en el apartado de *Cables Eléctricos* RZ1-0,6/1kV (AS) de este capítulo. Su denominación corresponde a RZ1-0,6/1 kV (AS+).

Cuando estos cables discurren por tramos verticales, de fijación se realizará por cada terna considerando como tal el conjunto de las tres fases (L1, L2 y L3) y del neutro, teniendo en cuenta que una línea o circuito puede disponer de una o de varias ternas. Los elementos de soporte y fijación en estos casos para los cables RZ1-0,6/1 kV (AS+), han de ser Resistentes al Fuego RF-180.

7. CANALIZACIONES

7.1. Generalidades

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar cables eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V. Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material aislante rígido.
- Canales protectores metálicos.
- Canales protectores en material aislante rígido.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material aislante curvable en caliente.
- Tubos en material aislante flexible.
- Tubos especiales.

Las bandejas metálicas y de material aislante pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular. Todas ellas serán sin tapa para diferenciarlas de las canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Las canales metálicas pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural adosadas a paredes y techos. También podrán ser instaladas sobre soportes fijados a paredes y techos a semejanza de las bandejas.

Las canales en material aislante serán todas para montaje mural.

Antes del montaje en obra de las bandejas y canales, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, planos de planta donde se refleje exclusivamente el trazado a doble línea con dimensiones reales de bandeja y canales, las líneas que conducen por cada tramo, sus ascendentes en Montantes, así como detalles de soportes y fijaciones a paredes y techos disposición de los cables en ellas con sus ataduras etc. En estos planos también irán representados todos los cuadros y tomas eléctricas, con su identificación correspondiente, entre los que bandejas y canales sirven de canalizaciones para los cables de líneas de interconexión entre ellos.

Los tubos rígidos, sean metálicos o de material aislante, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de material aislante flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.

Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de material aislante, los flexibles en material aislante con espiral de refuerzo interior en material aislante rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta la instrucción ITC-BT-21 del R.E.B.T., teniendo presente que, en cuanto al número de cables a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro exterior del tubo se regirá por la siguiente tabla:

Tubo Mm	Conductor mm2																
	Conductor rígido unipolar V-750							Conductor rígido unipolar 0,6/1 kV				Conductor rígido tetrapolar 0,6/1 kV					
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
16	4	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	6	5	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	8	7	5	4	2	-	-	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-
32	10	8	6	5	4	3	2	4	3	2	-	-	1	1	-	-	-
40	12	10	7	6	5	4	3	5	4	3	2	-	1	1	1	1	-
50	-	12	10	8	7	6	4	7	6	5	4	2	1	1	1	1	1
63	-	-	12	10	8	7	6	9	7	6	5	3	2	2	1	1	-
75	-	-	-	12	9	8	7	10	9	7	6	3	3	2	2	2	-

Tabla 53: Tubos Seleccionados Según Diámetro de Conductores

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares rígidos, puede calcularse mediante la expresión $\text{Diámetro Tubo} = 10 \times S^{1/2}$, siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm² como máximo.

7.2. Materiales

7.2.1. Bandejas

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los cables se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.

En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman. Cuando el circuito exija más de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro de las mismas. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas de cremallera fabricadas en Poliamida 6.6, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada dos metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 27- 501/88 y 37-508/88) en acero inoxidable o zincadas, disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento,

piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte estará en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para echar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.

Las bandejas metálicas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc, (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable desnudo en cobre de 16 mm² para la equipotencialidad en todo su recorrido, que irá conectado eléctricamente a ella cada 50 cm como mínimo.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre soportes mayores de 1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro mínimo de 4,5-5 mm.

Para las bandejas metálicas, en el montaje, se establecerán cortes en su continuidad cada 35 metros que eviten la transmisión térmica. Esta interrupción no afectará a su conductor de puesta a tierra. En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en todos los extremos.

Cuando los soportes metálicos de las bandejas (también metálicas) estén en contacto con herrajes cuyas puestas a tierra tienen que ser independientes (Centro de Transformación y CGBT), se interrumpirá su continuidad con un corte de 15 cm entre los soportes conectados a una u otra puesta a tierra. En este caso también se interrumpirá el conductor de equipotencialidad de la bandeja.

Las bandejas de material aislante rígido serán para temperaturas de servicio de -20°C a +60°C, clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86. Su rigidez dieléctrica será

como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a 40°C.

Alto × ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
60×200	2,7	1,810	22,5
60×300	3,2	2,770	33,7
60×400	3,7	3,700	45,6
100×300	3,7	3,690	57,3
100×400	4,2	4,880	77,2
100×500	4,7	6,350	96,6
100×600	4,7	7,230	116,5

Tabla 54: Características Bandejas

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

En galerías donde las bandejas con cables eléctricos compartan espacios con otras instalaciones, especialmente tuberías de agua, se instalarán siempre por encima de ellas permitiendo al propio tiempo el acceso a sus cables, bien para ser sustituidos, bien para ampliación de los mismos. En estas galerías con cables eléctricos, no está permitido el paso de tuberías de gas (ITC-BT-07 apartado 2.1.3.1).

7.2.2. Canales Protectores

Quedarán identificadas por ser cerradas de sección rectangular debiendo cumplir con la ITC-BT-21 y UNE-EN 50.085-1. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuas o ventiladas.

Todas las canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellas cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de material aislante rígido, aquellas que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estas se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Las canales eléctricas para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos. Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado de 1,5 mm de espesor. Estas canales serán de 200×35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Las canales metálicas para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones, cumpliendo en su montaje con todo lo indicado para las bandejas metálicas. Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables. Dentro de estas canales cabe diferenciar a las destinadas a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellas los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Las canales de material aislante rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40°C:

Alto × ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
50×75	2,2	1,180	6,7
60×100	2,5	1,190	10,8
60×150	2,7	2,310	16,6
60×200	2,7	2,840	22,5
60×300	3,2	4,270	33,7
60×400	3,7	5,970	45,6

Tabla 55: Características Canales Protectores

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinadas, quedando condicionadas a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc. Su instalación será realizada conforme a la UNE-20.460-5-52 e instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

7.2.3. Tubos para Instalaciones Eléctricas

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso, cumpliendo todos ellos con la ITC-BT-21 del R.E.B.T:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.
- Tubos en material aislante rígidos.
- Tubos en material aislante corrugados.
- Tubos en material aislante corrugados reforzados.
- Tubos en material aislante corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los **tubos de acero** serán del tipo contruidos en fleje laminado en frío, recocido o caliente con bajo contenido de carbono, cumpliendo con las normas EN-60.423 y UNE-50.086-1 apartados 10.3, 12.1 y 14.2. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indiquen otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ROSCADAS									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,25	1,25	1,35	1,35	1,55	1,52	2,00	-

Tabla 56: Características Tubos Acero Roscado

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ENCHUFABLES									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,05	1,05	1,05	1,25	1,25	1,55	1,55	-

Tabla 57: Características Tubo Acero Enchufable

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

No se utilizarán otros accesorios de acoplamiento que no sean los del propio fabricante. Las curvas hasta 50 mm podrán ser realizadas en obra mediante máquina curvadora en frío, nunca con otros medios que deterioren el tratamiento exterior e interior del tubo. Cuando el tubo sea roscado, las uniones realizadas en obra deberán ser protegidas con un tratamiento sustitutorio del original deteriorado por las nuevas roscas. Cuando estos tubos sean accesibles, deben disponer de puestas a tierras.

Los **tubos de material aislante rígido** serán fabricados a partir de resinas de policloruro de polivinilo en alto grado de pureza y gran resistencia a la corrosión, cumpliendo con las normas EN-60.423, UNE-50086-1 y 50086-2-1, así como la UNE-20.432 (no propagador de la llama) y su resistencia al impacto será de dos julios a -5° C. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables, curvables en caliente, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes:

Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared/mm	-	2,25	2,30	2,55	2,85	3,05	3,6	5

Tabla 58: Características Tubo Aislante Rígido

La utilización del tubo roscado o enchufable, quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

Cuando los tubos rígidos aislantes sean del tipo “Libre de Halógenos” su resistencia al impacto será de seis julios, debiendo cumplir con la UNE-EN-50267-2.2 y resto de características indicadas para los de material aislante rígido.

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo, cadmiadas o zincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 500 mm. Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro.
- Antes y después de una curva a 100 mm como máximo.

- Antes y después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo.

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.

Los **tubos corrugados en material aislante**, serán para instalación empotrada únicamente. Como los anteriores, serán conforme a la UNE 60.423 (no propagadores de la llama), con dimensiones según UNE 50.086-2-2 y 2-3, así como la UNE-60.423, siendo su resistencia al impacto de un julio a -5° C. Cuando sean del tipo “Libre de Halógenos” cumplirán con la norma UNE-EN 50267-2.2 y su resistencia al impacto será de dos julios a -5° C.

Los **tubos corrugados reforzados en material aislante**, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores, siendo la resistencia al impacto de dos julios a -5 °.

La fijación de los tubos corrugados por encima de falsos techos se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijaciones sucesivas no será superior a 500 mm.

El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los **tubos para canalizaciones eléctricas enterradas**, destinadas a urbanizaciones, telefonías y alumbrado exterior, serán en material aislante del tipo corrugado construido según UNE-50.086-2-4 con una resistencia a la compresión de 250 N. Siendo sus diámetros en mm los siguientes:

Ø referencia	50	65	80	100	125	160	200
Ø exterior/mm	50	65,5	81	101	125	148	182
Ø interior/mm	43,9	58	71,5	91	115	148	182

Figura 59: Características Tubos Canalizaciones Enterradas

Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.

Para la instalación de tubos destinados a alojar cables se tendrán en cuenta, además de las ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21, la Norma UNE-20.460-5-523 y las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose repasar sus bordes para eliminar rebabas.
- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca, contratuerca y berola.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.

- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.
- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro, que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.
- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.
- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamientos diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros. La fijación de las cajas serán independientes de las de canalizaciones.
- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, material aislante rígido o material aislante liso reforzado. En las corrugadas, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.

7.2.4. Cajas de Registro, Empalme y Mecanismos

Podrán ser de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular, para tensión de servicio a 1.000 V. La utilización de unas u otras estará en función del tipo de instalación (vista o empotrada) y tubería utilizada.

Las dimensiones serán las adecuadas al número y diámetro de las tuberías a registrar, debiendo disponer para ellas de entradas o huellas de fácil ruptura. La profundidad mínima será de 30 mm. Las cajas de mecanismos para empotrar, serán del tipo universal enlazables, cuadradas de 64×64 mm para fijación de mecanismos mediante tornillos. Las cajas metálicas dispondrán de un tratamiento específico contra la corrosión.

Todas las cajas, excepto las de mecanismos, serán con tapa fijada siempre por tornillos protegidos contra la corrosión. Cuando las cajas vayan empotradas, quedarán enrasadas con los paramentos una vez terminados, para lo cual se tendrá un especial cuidado en aquellos que su acabado sea alicatado.

Todas las tapas de los registros y cajas de conexión, deberán quedar accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La situación de registros se realizará de conformidad con la DF, siempre con el fin de que queden accesibles y al propio tiempo lo más ocultos posibles.

8. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

8.1.- Generalidades

Las características de estas instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los cables empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional. Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% para la instalación de alumbrado y del 5% para las de fuerza desde la Caja General de B.T. hasta el punto más alejado de la instalación para el caso de una acometida en Baja Tensión. Cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida en B.T. de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en B.T. de vacío de los transformadores.

Estas instalaciones (definidas en la ITC-BT-12 del R.E.B.T. como de “ENLACE”) cuando partan de un Centro de Transformación propio constarán de los apartados que a continuación se describen.

8.2. Línea General de Alimentación (LGA)

Enlazará las bornas de B.T. de los transformadores con los interruptores de protección en B.T. de los mismos, situados generalmente en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT). Su realización será conforme a lo indicado para ella en la Memoria Descriptiva de este proyecto.

Su cálculo y diseño se realizará para transportar las potencias nominales (mayorizadas por el coeficiente 1,17) de los transformadores y de los grupos electrógenos que como suministros normal y complementario han de alimentar al cuadro CGBT.

8.3. Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)

Está destinado a alojar los dispositivos de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos de las líneas de llegada procedentes de los transformadores de potencia y grupos electrógenos que lo alimentan, así como de los correspondientes a sobreintensidades cortocircuitos y contactos indirectos de las líneas de salida alimentadoras de Cuadros Generales de Distribución (CGDs) o Secundarios de zona (CSs), diseñados para las instalaciones interiores según el documento de planos de este proyecto.

Cuando estas líneas están realizadas mediante ternas de cables unipolares, el número de cables para el conductor neutro coincidirá con el de ternas, y éstos serán agrupados uno a uno con su terna correspondiente.

8.4. Líneas de Derivación de la General (LDG) e Individuales (LDI)

Las LGD enlazarán el cuadro CGBT con los Cuadros Generales de Distribución, y las LDI éstos con los Cuadros Secundarios, o bien el cuadro CGBT con los CSs cuando no es necesario prever CGDs.

Su cálculo y diseño se realizará conforme a las potencias instaladas y simultáneas relacionadas en otros documentos de este proyecto, cumpliendo con los criterios que para ellas han quedado definidas en el apartado de “Generalidades” correspondiente a CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

Cuando estas líneas discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o patinillo de obra de fábrica cuyas paredes deben ser RF-120, siendo de uso exclusivo para este fin y estableciéndose sellados cortafuegos que taponarán las ranuras de forjados cada tres plantas como mínimo. Las tapas o puertas que den acceso a las canaladuras o patinillos serán RF-60 y dispondrán de cerradura con llave, así como rejilla de ventilación en material intumescente.

Del mismo modo que para las líneas LGA, cuando estén realizadas mediante ternas de cables unipolares, el número de cables unipolares, el número de cables para el conductor neutro coincidirá con el de ternas, yendo éstos agrupados uno a uno con su terna correspondiente.

8.5. Cuadros de protección CGDs y CSs

Los Cuadros Generales de Distribución están destinados a concentrar en ellos potencias alejadas del CGBT y evitar grandes poderes de corte para interruptores automáticos de pequeñas intensidades, permitiendo con esta topología aprovechar mejor los coeficientes de simultaneidad entre instalaciones, alimentándose desde ellos a los Cuadros Secundarios CSs. Por tanto en ellos se alojarán todos los sistemas de protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y contactos indirectos de las líneas de acometida a cuadros CSs.

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz, tomas de corriente usos varios e informáticos, tomas de corriente de usos específicos, etc., según se describe en el punto siguiente.

El diseño y características técnicas de cuadros CGDs y CSs, cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSION de este Pliego de Condiciones.

8.6. Instalaciones de Distribución

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, cajas de registro y derivación, cables y mecanismos para la realización de puntos de luz y tomas de corriente a partir de los cuadros de protección, según detalle de planos de planta.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente cables con aislamiento nominal 450/750 V “Libres de Halógenos” protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos. El color del aislamiento de los cables cumplirá con lo establecido para ello en la ITC-BT-19 punto 2.2.4.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser material aislante corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será material aislante corrugado reforzado o del tipo “Libre de Halógenos”, fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o material aislante rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos cuando estos no sean registrables, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc), registrándolas con una tapa común.

Cuando los circuitos distribuidores a puntos de luz y tomas de corriente discurren por pasillos con falsos techos registrables, esta instalación deberá ser realizada con canalizaciones fijadas a paredes inmediatamente por encima de los falsos techos, o a bandejas de uso eléctrico (tensión 230/400 V) por fuera de las mismas, quedando en ambos casos los registros accesibles para el conexionado y paso de cables con los paramentos terminados. Los registros serán para montaje mural.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conectarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.

En las cajas destinadas a alojar mecanismos, no se admitirán ningún tipo de conexión derivada mediante bornas o clemas, que no sea la propia de los mecanismos que en ellas se alojan.

Tanto para los circuitos distribuidores de alumbrado como para las de fuerza, se instalará tubo independiente para canalizar los conductores de protección (amarillo-verdes) que seguirá el mismo trazado y compartirá las cajas de registro de su propia

instalación. Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección podrá compartir canalización con los conductores activos. Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser $2,5 \text{ mm}^2$. Esta forma de instalación no será válida para canalizaciones en tubo de acero y canales metálicos en donde los conductores de protección deberán compartir tubo o canal con los activos de su circuito.

El paso de cables a las canalizaciones y su posterior conexión, se realizará con las canalizaciones ya fijadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.

La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente. Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.

Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno.

Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Estas consideraciones generales no son aplicables a la distribución para Alumbrado Público cuya forma de instalación se trata de forma particular en este capítulo, debiendo cumplir con la ITC-BT-09.

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60 cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha.

Las instalaciones en Aparcamientos cubiertos se proyectarán como locales con ventilación suficiente, considerando que dicha ventilación permite su desclasificación como locales Clase I definidos en la ITC-BT-29.

No se admitirá en ningún caso cables grapados directamente a paramentos, sea cual fuere su tensión nominal y su instalación vista u oculta. Para las distribuciones, los cables siempre han de canalizarse en tubos o canales.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los cables destinados a distribuciones serán de un hilo conductor único de cobre (U) hasta 4 mm², del tipo “extradeslizante” libre de halógenos. Cuando por cualquier causa se instale cable conductor flexible formado por una filástica de varios hilos muy finos (k), siempre, y para todas sus conexiones a mecanismos y derivaciones, deberá utilizarse terminales apropiados o estañar sus puntas.

8.6.1. Distribución para Alumbrado Normal

Comprenderá el suministro, instalación y conexonado de canalizaciones, registros, cables y mecanismos para todos los puntos de luz y tomas de corriente en lavabos o destinadas a Negatoscopios marcados en planos de planta.

En los puntos de luz relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario, estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de la zona, alimentan a los puntos de luz desde sus cajas de derivación, asimismo estarán incluidas las derivaciones, desde estas cajas, tanto para punto de luz como para la derivación a interruptores, conmutadores de cruce que su ejecución conlleva.

En el caso de circuitos alimentadores a cuadros de protección en habitaciones, su medición figurará a parte de los puntos de luz.

En el replanteo de zonas alimentadas por un cuadro de protección, quedarán perfectamente identificadas y limitadas cada una de ellas en los planos de planta. La identificación de zona coincidirá con la del cuadro que la alimenta.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de cables y potencias instaladas que cada uno alimentará, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Las potencias serán las obtenidas de las lámparas de los aparatos de alumbrado previstos, teniendo en cuenta que para lámparas fluorescentes el cálculo se debe ajustar a la potencia de la lámpara multiplicada por 1,8. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un círculo, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta los locales que alimenta.

Las zonas que forman parte de las vías de evacuación o aquellas que por sí solas pueden considerarse como de pública concurrencia, deberán estar alimentadas por tres circuitos (como mínimo) procedentes de Dispositivos con disparo por corriente Diferencial Residual distintos, y también de fases distintas.

Cuando en un local con varios puntos de luz, el encendido de ellos se realice con distintos interruptores, estos encendidos deberán quedar representados en planos de planta mediante una letra minúscula que identifique el interruptor con los puntos de luz que acciona.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser igual o inferior al 1,5 % de la tensión nominal, calculada para la potencia instalada.

Los interruptores de accionamiento local serán, como mínimo de 10 A y para tensión nominal de 250 V.

El número de lámparas fluorescentes accionadas por un solo interruptor de 10 A - 250 V no superará a ocho para lámparas de 36 W, cinco para 58 W y doce para 18 W cuando la compensación del factor de potencia esté realizada con condensador instalado en paralelo.

La sección de los conductores activos será de $1,5 \text{ mm}^2$ para todos los casos, salvo que la necesidad de utilizar otra sección superior quede justificada. Aun así, siempre la protección de estos cables se realizará con disyuntores de 10 A de intensidad nominal instalados en los cuadros del primer escalón de protección encontrado aguas arriba de la instalación.

8.6.2. Distribución para Alumbrado de Emergencia

Como Alumbrado de Emergencia se considerarán los de Seguridad (Evacuación, Ambiente y Zonas Alto Riesgo) y Reemplazamiento; este último solo para establecimientos sanitarios, localizado en Hospitalizaciones, Quirófanos, U.C.I, Salas de Intervención, Salas de Curas, Paritorios y Urgencias.

El alumbrado de Seguridad se realizará mediante aparatos autónomos automáticos con lámparas incandescentes o fluorescentes para el Alumbrado de Evacuación, y fluorescentes para el de Ambiente. Los de evacuación irán instalados en el techo siendo la separación entre ellos la necesaria para obtener una iluminación mayor o igual a 3 lux en el eje; en este cálculo no computarán los aparatos de emergencia necesarios para la señalización de caminos de evacuación, cuadros eléctricos y puestos de incendios. Cuando sean del tipo “combinado” con uso especial de vigilancia nocturna, su alimentación será con circuitos de uso exclusivo desde los cuadros de protección del alumbrado normal, siendo el número de circuitos destinado por cuadro a este uso como mínimo de tres, cada uno de ellos alimentado desde un Dispositivo de corriente Diferencial Residual distinto.

La alimentación de aparatos autónomos de emergencia se realizará generalmente desde los mismos circuitos de distribución que lo hacen para el alumbrado normal de cada local en donde se sitúen los aparatos autónomos de emergencia, de tal forma que han de cumplirse las siguientes condiciones:

- La falta de suministro eléctrico en el alumbrado normal debida a cortes de los dispositivos de protección en locales con alumbrado de emergencia deberán dar como consecuencia la entrada automática de éste en un tiempo igual o inferior a 0,5 segundos.
- Cuando los locales, siendo de pública concurrencia, tengan el alumbrado normal repartido entre tres o más circuitos de distribución, los aparatos autónomos de emergencia instalados también han de repartirse entre ellos.

Esta forma de instalación descrita para los aparatos autónomos de emergencia, exige la incorporación por cada Cuadro Secundario (CS) de protección, de un dispositivo que impida la descarga de los acumuladores de los aparatos autónomos cuando por razones de funcionalidad hay que producir cortes generales periódicamente para el alumbrado en el CS. Por ello todos los CS dispondrán de un telemando para puesta en reposo y realimentación de los acumuladores de los aparatos autónomos controlados desde él.

Por tanto, a cada aparato autónomo de emergencia se le alimentará con dos circuitos: uno a 230 V rematado con base de mecanismo 2×10 A y clavija apropiada con tensión nominal de 250 V, y otro para telemando rematado en una toma RJ45 hembra, no apantallada y conector macho RJ45. Cuando los aparatos de emergencia sean del tipo “combinado” se le alimentará con un circuito más de 230 V de uso exclusivo para ellos, rematado con base de mecanismo 2×10 A y clavija apropiada con tensiones nominales de 250 V, que serán diferentes y no intercambiables con el otro circuito alimentador a 230 V. con independencia de la solución aquí expuesta, se podrá aceptar cualquier otra siempre que cumpla, en su forma de conexión, la irreversibilidad en las conexiones para los dos o tres circuitos independientes que en uno u otro caso son necesarios para su alimentación.

Todos estos mecanismos, cuando los aparatos de emergencia sean empotrados, quedarán ocultos por encima de los falsos techos, permitiendo ser desconectados a través del hueco que deja el aparato una vez desmontado. El circuito para el telemando se canalizará por tubo independiente del resto de las instalaciones.

Como complemento y herramienta muy práctica en el mantenimiento de los aparatos autónomos de emergencia, es recomendable la incorporación de una Central de Test mediante la cual podrán realizarse las funciones que a continuación se describen sin interferencias en el funcionamiento de los alumbrados normal y de emergencia:

- Chequeo del estado y carga de baterías correcto de todos los aparatos de emergencia de la instalación.
- Prueba periódica para verificación del paso a estado de emergencia y encendido de la lámpara propia, para cada uno de los aparatos y a todos al mismo tiempo.
- Prueba de la autonomía disponible en acumuladores para cada uno de los aparatos y a todos al mismo tiempo.
- Obtención de un informe impreso relacionando el estado de todos y cada uno de los aparatos autónomos de emergencia.

La inclusión en el proyecto de esta Central de Test quedará identificada en la Memoria y Mediciones del proyecto.

La instalación de canalizaciones y cables será idéntica a la del alumbrado normal, si bien para estos puntos no será necesario el conductor de protección al disponer los aparatos autónomos aislamiento en Clase II.

En cuanto al Alumbrado de Reemplazamiento y Fuerza para Servicios de Seguridad, su instalación partirá desde el grupo electrógeno, utilizando cables resistentes al fuego (RZ1-0,6/1kV (AS+)) según UNE-EN 50.200 hasta los Cuadros Secundarios de la zona protegida con estos servicios. Los Cuadros Secundarios estarán situados dentro del Sector de Incendios propio de la zona protegida, y desde ellos se alimentarán las instalaciones de alumbrado que serán realizadas conforme a las descripciones indicadas anteriormente para el Alumbrado Normal, puesto que en este caso ambas instalaciones (Alumbrado Normal y Alumbrado de Reemplazamiento), para proporcionar “un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo” (ITC-BT-28, punto 3-3.2), tienen que ser la misma. Además, a las zonas dotadas de Alumbrado de Reemplazamiento, se les proyectará una instalación con aparatos autónomos para Alumbrados de Seguridad. Cuando las Salas de Curas estén ubicadas fuera de las zonas donde es exigible el Servicio de Seguridad, el Alumbrado de Reemplazamiento estará cubierto por aparatos autónomos especiales del tipo “combinado” situados sobre el mueble de atención al paciente, que proporcionarán una iluminación sobre él de 500 lux, disponiendo de una autonomía de 2 horas. Asimismo, el Alumbrado de Reemplazamiento en Hospitalizaciones donde debe garantizarse una iluminación no inferior a 5 lux durante 2 horas como mínimo, se realizará mediante aparatos autónomos de emergencia con autonomía mínima de 2 horas estando todas las instalaciones de estas zonas alimentadas por el grupo electrógeno mediante cables Resistentes al Fuego. Todo ello conforme a la ITC-BT-28 apartado 3.3.2.

Asimismo, para Salas de Intervención y Quirófanos propiamente dichos, así como Camas de U.C.I, se les dotará de “un suministro especial complementario” (ITC-BT-38, punto 2.2) atendido mediante un S.A.I. (Suministro Alimentación Ininterrumpida) por dependencia o conjunto de camas. Este S.A.I. alimentará las lámparas propias para la intervención y fuerza para equipos de asistencia vital, disponiendo de una autonomía igual o superior a 2 horas.

8.6.3. Distribución para Tomas de Corriente

Los circuitos destinados a estos usos serán independientes de los utilizados para los alumbrados y sus sistemas de protección en el cuadro de zona serán de destino exclusivo.

Las canalizaciones y cajas de registro o derivación, serán totalmente independientes del resto de las instalaciones, si bien cumplirán con todo lo indicado para las de alumbrado

normal, incluso para los conductores de protección cuyo tubo, cuando sea en material aislante, será distinto de los destinados a los conductores activos.

En los puntos de toma de corriente relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de zona, alimentan a las tomas de corriente desde sus cajas de derivación.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimenta, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un cuadrado, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta las tomas eléctricas que alimenta. Cuando las tomas se destinen a usos informáticos, el número que las identifica irá encerrado en un rombo.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser inferior al 1,5 % de la tensión de servicio calculada para la potencia instalada.

Todas las tomas de corriente igual o superiores a 1.000 VA deberán ser alimentadas con un disyuntor de uso exclusivo.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V. La sección mínima de los conductores activos será de 2,5 mm², no debiendo ser utilizados para tomas de 16 A secciones superiores, salvo que se justifique.

No se admitirá como caja de paso o derivación, la propia caja de una toma de corriente, salvo en el caso de que esta caja esté enlazada con la que de ella se alimenta.

8.6.4. Distribución para Alumbrado Público

Será realizada en canalización enterrada a 40 cm de profundidad como mínimo registrada en arquetas situadas junto a la base de los báculos o pasos de calzadas, separadas como máximo 25 m. La canalización será en tubo de material aislante corrugado reforzado de Ø 63 mm, señalizado mediante una cinta que advierte la presencia de cables de alumbrado exterior, situado a una distancia mínima del nivel del suelo de 10 cm y a 25 cm por encima del tubo. Por cada tubo sólo se canalizará un circuito sea este trifásico o monofásico.

Los cables serán unipolares en cobre, designación UNE RV 0,6/1 kV con sección mínima de 6 mm².

Las conexiones entre la red de distribución y los cables de las luminarias, se realizarán siempre en la base de los báculos, para lo cual todos ellos dispondrán a 30 cm del suelo, de una portezuela con llave y protegida contra el chorro de agua, que permita acceder a ellas. En este registro se dispondrá, además de los bornes de conexión, de un fusible de protección de 10 A para la derivación a su luminaria.

No se admitirán conexiones en otros registros que no sean los de las bases de los báculos.

La distribución de los circuitos en el reparto de luminarias, se realizará para establecer un encendido total y dos apagados parciales, debiendo cuidarse que en los dos apagados uno corresponda a un tercio de las luminarias y el otro al resto, quedando la iluminación en ambos bien repartida.

El cálculo de líneas se realizará para circuitos monofásicos con una caída máxima de tensión igual o inferior al 3 % en el punto más alejado. La carga será calculada para la potencia de las lámparas multiplicada por 1,8.

El circuito de enlace entre las luminarias y la placa de bornes de la base del báculo, será RV 0,6/1 kV de $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$.

Todos los báculos se pondrán a tierra mediante un electrodo de acero cobrizado clavado en su arqueta de derivación, enlazándose todos los electrodos mediante un cable de 35 mm^2 en cobre desnudo directamente enterrado por debajo de la canalización. Esta puesta a tierra asociada con los DDRs, garantizarán que la tensión de contacto límite U_L sea inferior a 24 voltios.

El cuadro de protección y encendido, dispondrá de reloj astronómico para un encendido y dos apagados, disyuntores de $2 \times 25 \text{ A}$ para protección de circuitos de salida provistos de Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR) de media sensibilidad y sistema de encendido Manual-Cero-Automático por circuito.

Esta instalación cumplirá en todo con la ITC-BT-09 del R.E.B.T.

8.6.5. Distribución de Fuerza para Quirófanos, Salas de Intervención y Camas de UCI

Estas distribuciones se refieren a las alimentaciones de tomas de corriente y redes del sistema de protección en locales alimentados a partir de un Panel de Aislamiento (PA), con transformador separador y dispositivo de vigilancia de aislamientos según ITC-BT-38 punto 2.1.3.

Para estos locales, y en todos aquellos en los que se empleen mezclas anestésicas gaseosas o agentes desinfectantes inflamables, la ventilación prevista para ellos asegurará 15 renovaciones de aire por hora y los suelos serán del tipo antielectrostáticos con una resistencia de aislamiento igual o inferior a $1 \text{ M}\Omega$.

Estas instalaciones serán siempre empotradas, realizadas mediante tubo de material aislante corrugado reforzado, utilizando tubos independientes (con el mismo trazado) para los conductores activos, de los de protección y de equipotencialidad.

Todas las tomas de corriente se instalarán a una altura superior a 130 cm medidos desde el suelo terminado.

8.6.5.1. Red de Conductores Activos

Las tomas de corriente serán de 2×16 A con toma de tierra lateral, e irán agrupadas en cajas con seis unidades. Las cajas serán de empotrar con tapa en acero inoxidable, estando las tomas distribuidas en dos columnas de tres tomas numeradas en vertical. Cuando en el local exista más de una caja, estas se identificarán con números. Como previsión, en el centro del quirófano se dejará en reserva, con canalización y sin conductores, una toma rematada en una caja metálica estanca empotrada.

Del mismo modo y partiendo del PA se realizarán dos circuitos: uno para lámparas de iluminación general de techo y apliques de bloqueo de paso con tensión a 231 V, y otro alimentado a través de un transformador de seguridad 231/24 V para la lámpara de operaciones; ambos circuitos constituirán el Alumbrado de Reemplazamiento. En camas de U.C.I. este alumbrado estará cubierto por tres lámparas par-halógenas instaladas en el techo.

Los cables a utilizar serán 450/750 V con sección de 2,5 mm² para tomas de corriente de 2×16 A; de 10 mm² para lámpara de operaciones; de 2,5 mm² para lámparas iluminación general de techo en quirófanos y de 1,5 mm² para lámparas par-halógenas en U.C.I.

El número de circuitos para tomas de corriente serán dos por caja de seis tomas, debiendo alimentar cada uno a una de las dos columnas de tres tomas; un circuito para Negatoscopio y dos para torretas de techo.

Todos los cables deberán quedar numerados y perfectamente identificados en sus extremos haciendo referencia al disyuntor de que se alimenta.

Cada uno de los Paneles de Aislamiento deberá ser alimentado por un S.A.I.

8.6.5.2. Red de Conductores de Protección

Enlazarán el contacto de tierra de las tomas de corriente con una barra colectora (PT) situada en el PA o caja prevista a tal efecto. Se canalizarán por tubos de uso exclusivo, no disponiendo de más cajas de registro que las propias de tomas de corriente. Serán en cobre aislamiento 450/750 V color amarillo-verde. La sección se calculará para que su impedancia no supere los 0,2 Ω, medida entre la barra colectora y su otro extremo, siendo como mínimo de 2,5 mm².

Por cada circuito de corriente se instalará un conductor de protección, debiendo quedar perfectamente identificado en sus extremos con las tomas que le corresponde.

8.6.5.3. Red de Conductores Equipotenciales

Enlazarán (de forma visible en su extremo) todas las partes metálicas accesibles desde el local, con una barra colectora (EE) situada junto a la anterior (PT) y a la que se unirá mediante un conductor de 16 mm^2 de sección.

Estos conductores se canalizarán por tubos de uso exclusivo, no disponiendo de más cajas de registro que las propias de tomas de corriente. Serán en cobre aislamiento 450/750 V color amarillo-verde designación H07Z1-K (flexibles) con terminales en sus extremos para la conexión. La sección se calculará para que la impedancia no supere los $0,1 \Omega$, medida entre la barra colectora y la parte metálica conectada, siendo como mínimo de 4 mm^2 .

La conexión del conductor a las partes metálicas se realizará mediante caja de empotrar $23 \times 45 \text{ mm}$ con salida de hilos, placa embellecedora y terminal de conexión.

La diferencia de potencial entre partes metálicas y la barra EE no deberá exceder de 10 mV eficaces.

Para la conexión equipotencial de la mesa de operaciones, el cable a utilizar será de 6 mm^2 de sección como mínimo.

8.7. Medidas Especiales a Adoptar para no Interrumpir el Suministro Eléctrico Manteniéndolo Seguro.

La aparamenta elegida y el diseño desarrollado para las protecciones eléctricas deben estar especialmente encaminados al cumplimiento obligado de evitar los riesgos por daños que este tipo de instalaciones pueden ocasionar a las personas y bienes inmuebles, conjugando y valorando las necesidades entre el corte del suministro o el mantenimiento del mismo siempre y cuando el riesgo no supere los valores básicos de seguridad establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión; debiéndose tener presente que para el uso al que se destina el edificio objeto del proyecto, el corte de suministro eléctrico también puede suponer daños para las personas y bienes inmuebles que, en algunos casos, son juzgados como irreparables.

A tal efecto las medidas a adoptar y propuestas son las siguientes:

- Se ha de diseñar toda la instalación eléctrica para un esquema del conductor neutro TN-S (neutro puesto a Tierra y masas puestas a Neutro con conductor Separado del neutro). Lo que supone disponer para la instalación de una resistencia de puesta a tierra prácticamente despreciable y no variable ($R_t=0$). En esta situación será posible establecer todas las demás proposiciones que siguen.
- En casos de Salas de Intervención (quirófanos, paritorios, UCIs, REAs, exploraciones y tratamientos especiales, hemodinamia, etc.) y en general en toda aquella sala donde el paciente se le introduce un electrodo en el cuerpo a través, de un orificio natural u ocasional, el esquema de neutro para la instalación prevista será el IT, utilizando para ello un transformador separador (usos médicos) y un dispositivo de vigilancia de aislamiento eléctrico. Este sistema es

- recomendable también para instalaciones, reducidas en su distribución a receptores, tales como Centros de Proceso de Datos.
- La protección contra contactos indirectos se ha de establecer en los primeros escalones de protección mediante los disparadores de “corto retardo” de los interruptores automáticos proyectados, calculados, elegidos y regulados para que en el punto de la instalación donde vayan ubicados, la corriente máxima de defecto a tierra (I_d) no de ocasión a tensiones de contacto (sostenidas más de 0,4 segundos) superiores a 50 Voltios, asegurando al propio tiempo que esta corriente de defecto siempre sea superior a la ajustada (I_m) en los relés de corto retardo de ese circuito; con lo cual se puede garantizar que el interruptor abrirá por la acción de los relés de “corto retardo” ajustados a la intensidad $I_m < I_d$, y la tensión de contacto (U_c) nunca superará los 50 Voltios.
 - Asimismo, para los escalones destinados a los circuitos eléctricos alimentadores directos de los receptores en la utilización (últimos escalones), los dispositivos a proyectar para la protección contra contactos indirectos serán mediante Disparo Diferencial por corriente Residual (DDR) con sensibilidad de 30 mA o 300 mA según sea el uso a que se destina. Así, deben considerarse de 30 mA los utilizados para alumbrado y fuerza tomas de corriente usos varios, y de 300 mA para fuerza tomas de corriente usos informáticos, fuerza ascensores, fuerza climatización, etc., donde se puede asegurar que la continuidad del conductor de protección, se mantiene. También, y como medida cautelar, todos los DDRs de 30 mA se han de proyectar del tipo “Superinmunizado”, siendo preferentemente tetrapolares. No obstante el empleo generalizado de DDRs de 300 mA podría ser aplicado al disponer para la resistencia de puesta a tierra un valor próximo a cero, ya que el sistema de distribución es TN-S, y para él puede tomarse como referencia la norma UNE-20572.1 según ITC-BT-24 punto 4.1.
 - En general, todos los DDRs han de estar constituidos por un interruptor automático (del poder de corte apropiado) asociado a un bloque de disparo por corriente de defecto. Sólo se pueden incluir los Interruptores Diferenciales “puros” en puntos de la instalación donde la intensidad de la corriente de cortocircuito presunta está limitada o es inferior a 1 kA, estando destinados a la protección de uno o muy pocos receptores.
 - Todos los DDRs de 30 mA previstos para tres o más circuitos alimentadores directos de receptores, han de ser tetrapolares, con lo que las corrientes de defecto debidas a capacidades parásitas de la instalación tienden a compensarse, disminuyéndose con ello notablemente el “disparo intempestivo” de los DDRs.
 - Todos los Interruptores Automáticos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos se proyectarán para una Intensidad de Corte Último (I_{cu}) igual o superior a la corriente de cortocircuito presunta en el punto de la instalación donde va ubicado.
 - El diseño de los diferentes escalones sucesivos de protección se debe realizar siguiendo criterios que garanticen la selectividad en el disparo frente a corrientes de cortocircuito (ITC-BT-19, punto 2.4), avalados y justificados mediante la documentación técnica editada por el fabricante de la aparatada y cálculos que han de acompañarse; siendo el orden para la numeración de escalones en el sentido de “aguas arriba” (primeros escalones) hacia “aguas abajo” (últimos escalones).

- La regulación de las intensidades de disparo en los interruptores automáticos con relés de “largo retardo” (I_r) y relés de “corto retardo” (I_m) han de calcularse para que cumplan con todas y cada una de la siguientes condiciones:
 - Las impuestas por el fabricante de la aparamenta para disponer de Selectividad en el disparo por cortocircuito entre los diferentes escalones de protección. Para ello, también se debe tener en cuenta que en los Cuadros Secundarios y Locales (últimos escalones aguas abajo) los interruptores automáticos proyectados sean con relés fijos (no regulables).
 - Las impuestas por cálculo a fin de que los tramos de circuitos desde el CGBT de llegada de transformadores hasta los escalones con dispositivos DDRs, queden protegidos contra contactos indirectos mediante los disparadores de “corto retardo” de los interruptores automáticos proyectados en los escalones anteriores aguas arriba de la instalación.
 - Que la intensidad regulada en el disparador de “largo retardo” (I_r) sea igual o inferior a la máxima admisible por el conductor que protege, e igual o superior a la calculada para la potencia instalada que alimenta.
- En todos los casos el conjunto formado por el cable y el interruptor automático que le protege, han de asegurar por cálculo para el primero que, frente a un cortocircuito en su extremo más alejado eléctricamente del origen de la instalación, el tiempo de apertura del segundo es tal que la “solicitud térmica” a la que se verá dicho cable, por tal efecto, es inferior a la garantizada por el fabricante del mismo.

8.8. Iluminación de Interiores

Para su diseño se tendrá en cuenta todas las recomendaciones de la Norma UNE-12464.1 referente al Confort Visual, Prestaciones Visuales y Seguridad, definidos por la **Iluminación mantenida (E_m)**, **Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR_L)** e **Índices de Rendimiento de Colores (R_a)**.

9. REDES DE TIERRAS

9.1. Generalidades

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto V_d generará una corriente I_d de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la V_d pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión máxima de contacto U_L a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto I_{mc} . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE: $U_L = 65V$ e $I_{mc} = 50 \text{ mA}$, lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo) $R_m = 65/0,05 = 1.300 \Omega$.

El R.E.B.T. toma como límite para la tensión de contacto (U_c) **50V** (en vez de 65V) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5 \text{ mA}$.; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de defecto V_d , de lugar a una corriente I_d suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a 0,4 segundos, para una tensión no superior a 230 voltios (ITC-BT-24).

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto U_c superior a 50 V en una pieza conductiva no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto I_d sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de cables a emplear serán en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de 450/750 V con tensión de prueba de 2.500 V, como mínimo, color Amarillo-Verde. El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos cables podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos

pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del R.E.B.T., o bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.

Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1. referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

9.2. Redes de Tierra Independientes

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamientos.

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alojado en caja aislante 5 kV y a partir de él hasta el electrodo en cable RV-0,6/1kV.

En un edificio con Centro de Transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen:

9.2.1. Red de Puesta a Tierra de Protección Alta Tensión

Enlazará todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de A.T., puestas a tierra de seccionadores de p.a.t., cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en A.T. y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del Centro de Transformación.

El mallazo será electrosoldado con redondo de 4 mm de diámetro, formando una retícula de 30×30 cm que se instalará en todo el CT, cubriéndose posteriormente con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo. El mallazo se pondrá a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de Ø fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adecuado en sus conexiones a elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a 10 Ω , estando separada del resto de puestas a tierra una distancia mínima de 15 metros, para considerarse independiente.

9.2.2. Red de Puesta a Tierra de Servicio

Dentro de esta red se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

- Neutros de estrella en B.T. de transformadores de potencia. El número de ellas será el mismo que de transformadores de potencia.
- Neutros de generadores de corriente alterna. Como las anteriores, serán tantas como generadores.
- Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan.

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIE-RAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08. Una vez realizadas, se preverá su interconexión de la siguiente forma:

- Los neutros de transformadores quedarán unidos entre sí en la barra general de neutros del CGBT, a través del disyuntor de B.T. de cada uno de ellos.
- La de los generadores de corriente alterna lo harán, de igual forma, cuando les corresponda suplir al suministro normal y acoplarse al CGBT para dar el suministro complementario.
- La de autoválvulas, limitadores o descargadores se enlazarán entre sí, quedando unida a la barra de neutros del CGBT a través de un puente de comprobación propio.

La resistencia de puesta a tierra individual para cada red independiente, no será en ningún caso superior a 8Ω , y del conjunto de todas las susceptibles de funcionar normalmente acopladas de 2Ω .

9.2.3. Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio

Enlazará entre sí la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace se realizará con conductores de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección, enterrado a una profundidad de 80 cm por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, se pondrá a tierra mediante el empleo de picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizará en las conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y propias conexiones a pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

La sección del cable será uniforme en todo su tendido, incluso en las diferentes derivaciones. Las picas para su puesta a tierra serán en acero cobrizado con Ø 1,4 cm y longitud 200 cm. Se instalarán en todo el recorrido haciéndoles coincidir con los cambios de dirección, nudos y derivaciones, debiendo estar separadas una de otra entre 400 y 600 cm. En el hincado de las picas se cuidará no desprender, con los golpes, su cubierta de cobre.

Para las tomas de tierra de instalaciones se preverá una arqueta de obra civil por cada toma, debiendo ser sus dimensiones interiores 62×50 cm de planta y 25 cm de profundidad. Irá rematada con cerco en L-7 y tapa de hormigón con parrilla formada por redondos de 8 mm cada 10 cm, provista de asidero plegable para su registro. En el interior de estas arquetas se instalará un punto de puesta a tierra formado por pletinas de cobre cadmiado de 25×4 cm con puente de comprobación y fijadas a la arqueta sobre aisladores de apoyo.

Se deberán dejar previstas arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT, permitiendo con esta barra la unificación entre ambas redes.

El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de p.a.t. tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizados en tubo aislante.

9.2.4. Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de B.T., normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra, intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión.
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Todas las masas metálicas significativas del edificio.

- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas.
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra para el conjunto no superará los 2Ω .

Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedarán reducidas a:

- Red de protección Alta Tensión.
- Red de protección de Servicio.
- Red unificada de protección BT/Estructura.

La unificación de la red de Protección de BT-Estructura con la de Servicios, se realizará en función de la necesidad de mantener un régimen de neutro en esquema TT o en TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el CGBT, uniendo entre sí la pletina de neutros y la colectora de tierras de Protección en BT.

Para la realización de los electrodos de puesta a tierra, se utilizarán las configuraciones tipo con sus parámetros característicos definido en el tratado “Método de calculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación” conectados a redes de Tercera Categoría”, editado por UNESA.

Asimismo y con el fin de analizar el tipo de electrodo necesario en cada caso, así como distribuirlos adecuadamente manteniendo las distancias para considerarlas como tomas de tierras independientes, al comienzo de las obras el instalador estará obligado a realizar las medidas pertinentes de las resistividades de los terrenos disponibles, utilizando para ello el “Método de Wenner”.

9.2.5. Enlace entre las Redes Establecidas

Cuando el Centro de Transformación no disponga de un edificio de uso exclusivo, sino que comparta estructura con el propio edificio o edificios a los que suministra energía eléctrica, será muy difícil (por no afirmar imposible) que en la construcción práctica del CT los herrajes que forman parte de la Red de Protección en A.T. (incluida la malla del suelo) no estén en contacto franco o mediante una resistencia eléctrica que no garantice el aislamiento adecuado con la Red de Estructura de los edificios. Por ello, una vez realizada la unificación reglamentaria Red de Protección B.T./Estructura (ITC-BT-26 apartado 3) que proporcionará por sí sola una resistencia de puesta a tierra inferior a 2 ohmios (condición imprescindible), y además, estudiada la conveniencia de establecer un regimen de Neutro TN-S para el cual la resistencia global de la barra de neutros del CGBT también reglamentariamente tiene que ser igual o inferior a 2 ohmios, se deduce que, sea cual fuere la R_t del CT, su unificación con las restantes redes en los puentes de

comprobación dará como resultado una Resistencia Global de Puesta a Tierra igual o inferior a 2 ohmios. Esto quiere decir que para corrientes de defecto (I_d) iguales o inferiores a 500 A, el valor de la tensión de defecto transferida no superará a $V_d = 1000$ V, que es la condición a cumplir imprescindible para mantener la unificación mencionada para un Centro de Transformación de tercera categoría ($I_{cc} \leq 16$ kA) con acometida subterránea.

El valor de $I_d \leq 500$ A deberá ser garantizado por la Compañía Suministradora en función de las condiciones que para el estado del Neutro tenga la red de A.T. con la que suministrará acometida al Centro de Transformación.

Para más detalles sobre puestas tierras y sus interconexiones, ver esquema general en página siguiente.

ESQUEMA DE REDES DE PUESTA A TIERRA INDEPENDIENTES E INTERCONEXION ENTRE ELLAS

- ① PUESTA A TIERRA INDEPENDIENTE RED ALTA TENSION
- ② PUESTAS A TIERRA INDEPENDIENTES VARIOS
- ③ PUESTA A TIERRA RED PROTECCION BAJA TENSION.
- ④ PUESTA A TIERRA DE Y A LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO
- ⑤ PUESTA A TIERRA A TRAVES DE LA RED DE PROTECCION B.T.
- ⑥ PUESTA A NEUTRO DE AUTOVALVULAS, LIMITADORES Y DESCARGADORES
- ⑦ POSIBILIDAD SISTEMAS "TT" O "TN-S"

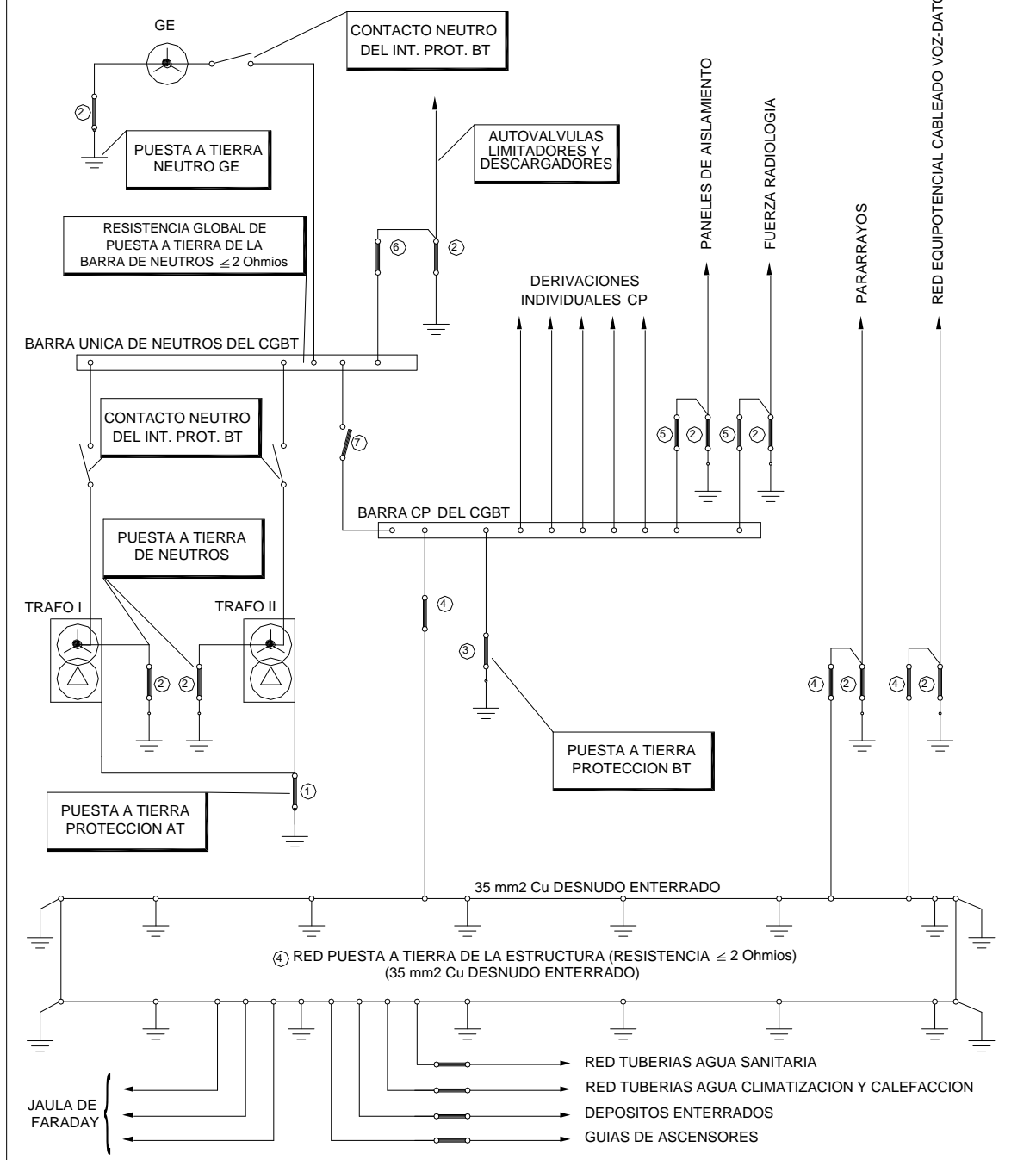


Figura 85: Tipos de Puestas a Tierra

10. LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES

10.1. Generalidades

Se incluyen en este apartado las luminarias, portalámparas, equipo de encendido, lámparas de descarga y cableados, utilizados para iluminación de interiores y exteriores.

Los tipos de luminarias y lámparas a utilizar serán los indicados en otros documentos del Proyecto. Su elección, situación y reparto estarán condicionados a la clase de falsos techos, distribución y coordinación con otras instalaciones fijadas a los mismos, así como a conseguir los niveles de iluminación reflejados en Memoria.

Todos los aparatos de iluminación y sus componentes deberán cumplir en la fabricación y montaje, las siguientes condiciones generales:

- Las partes metálicas sometidas normalmente a tensiones superiores a 24V durante su funcionamiento, no podrán quedar expuestas a contactos directos fortuitos.
- Cuando en su montaje dejen accesibles partes metálicas no sometidas normalmente a tensión, dispondrán de una borna que garantice la puesta a tierra de todas esas partes. Esta borna no quedará expuesta directamente a la vista.
- Deberán contar con aberturas suficientes para permitir una ventilación correcta de los elementos generadores de calor e impida que se superen las temperaturas máximas admisibles para su funcionamiento. Estas aberturas quedarán ocultas y no dejarán que el flujo luminoso se escape por ellas.
- Los elementos de fijación o ensamblaje de componentes quedarán ocultos, bien por no estar expuestos a la vista, bien por quedar integrados (no destaquen) y pintados en el mismo color.
- Cuando sean para interiores, su construcción será tal, que una vez montados, no existan partes de ellos con temperaturas superiores a 80°C en contacto con elementos constructivos u otras instalaciones del edificio. Aun con mayor motivo, cuando estos elementos sean combustibles.
- El cableado interior será con cables en cobre, designación ES07Z1-K-450/750V (AS) aislamiento 450/750 V descritos en el capítulo “CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN” de este PC (salvo luminarias de alumbrado exterior y casos especiales de temperaturas altas), siendo su sección mínima de 1,5 mm², separado su trazado de la influencia de los elementos generadores de calor.
- Deberán exhibir, marcadas de forma indeleble, las características eléctricas de alimentación, así como la potencia de lámparas a utilizar.
- Cuando sean del tipo integrado con el sistema de climatización, se hará constar en Planos y Mediciones, indicando si son para retorno, impulsión o para ambas funciones.
- No permitirán que a través de ellos, una vez instalados, se deje a la vista o se ilumine el espacio oculto por los falsos techos donde van fijados.

- Tanto el cableado como los componentes auxiliares que no formen parte de la óptica e iluminación, no estarán expuestos a la vista, permitiendo fácilmente la sustitución de aquellos que sean fungibles en su funcionamiento normal.
- Los destinados a ambos usos de Alumbrado Normal y alumbrado de Reemplazamiento, su encendido no será por cebador, y además dispondrán de un fusible aéreo de 2 Amperios por cada luminaria.

Asimismo cumplirán con las instrucciones ITC-BT-44, ITC-BT-09, ITC-BT-28, ITC-BT-24 del REBT y con las siguientes normas UNE- EN:

- 61.549: Lámparas diversas.
- 61.199, 61.195, 60.901: Lámparas tubulares de Fluorescencia.
- 60.188, 62.035: Lámparas de Vapor de Mercurio.
- 60.192: Lámparas de Vapor de Sodio Baja Presión.
- 60.662: Lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión.
- 61.167 y 61.228: Lámparas de Halogenuros Metálicos.
- 60.115, 61.048, 61.049, 60.922, 60.923, 60.926, 60.927 y 60.928: Cebadores, condensadores y arrancadores para fluorescencia.
- 60.061-2, 60.238 y 60.360: Casquillos y Portalámparas.
- 60.400: Portalámparas y Portacebadores para fluorescencia.
- 60.238: Portalámparas rosca Edison.
- 60.928 y 929: Balastos Transistorizados.
- 60.598, 60.634, 60.570 y 21.031: Luminarias.

En cuanto a **compatibilidad Electromagnética** tendrán que cumplir con las Normas UNE-EN siguientes:

- 55.015: Perturbaciones radioeléctricas.
- 60.555. P2: Perturbaciones por corrientes armónicas.
- 61.000.3.2: Perturbaciones límites en redes.
- 61.547: Requisitos de inmunidad.

10.2. Tipos de Luminarias

10.2.1. Luminarias Fluorescentes de Interior

Podrán ser para lámparas lineales de arranque por cebador o rápido, con Ø 26 ó 16 mm, o bien para lámparas compactas. Todas con equipos (uno por lámpara) en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. En las de 26 y 16 mm, los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las luminarias para lámparas compactas podrán ser cónico-circulares o cuadradas. Tanto éstas como las de lámparas de 26 y 16 mm, podrán ser para montaje empotrado en falsos techos o de superficie para montaje adosado a techos. Cuando vayan empotradas su construcción se ajustará al tipo de techo donde vayan instaladas.

Todas las luminarias de empotrar no cónico-circulares, dispondrán de cerco y componente óptico separados. El cerco será siempre en T de aluminio anodizado o pintado y se instalará antes que la luminaria, debiendo ser siempre en una sola pieza o sus uniones suficientemente ajustadas como para que así resulte. El tipo de componente óptico será el indicado en Memoria y Mediciones. La fijación de luminarias, cuando sea necesario, se realizará suspendida de forjados mediante varilla roscada en acero galvanizado de 3 mm con piezas en fleje de acero para su tensado. Su construcción será en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color blanco estable a los rayos ultravioleta en polvo de poliuretano polimerizado al horno. Cuando las luminarias sean de superficie, el color del exterior será a elegir por la DF. El ancho estándar para las destinadas a alojar lámparas de 26 y 16 mm, arranque por cebador o rápido, será:

- Luminaria para una lámpara: 190 mm para la de empotrar.
- Luminaria para dos lámparas: 300 mm para la de empotrar y 320 mm para la de superficie.
- Luminaria para tres lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.
- Luminaria para cuatro lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.

Las destinadas a dos o tres lámparas compactas largas de 36 W, sus dimensiones estándar serán de 600×600 mm para las de empotrar, y de 560×560 mm para las de superficie.

Los rendimientos de las luminarias de empotrar en función de los diferentes componentes ópticos, serán como mínimo para lámparas fluorescentes lineales, los que se indican a continuación:

a1) Componente óptico doble parabólico aluminio especular.

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 1×35W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 56% (con macrocelosía el 71%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 70%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 74%.

b1) Componente óptico doble parabólico aluminio mate:

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 62%.
- Luminaria de 1×36W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 64% (con macrocelosía el 70%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 60%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 67%.

c1) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 1×36W, igual o superior al 69%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 60% (con macrocelosía el 64%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 55%.

Cuando las lámparas sean compactas TC-L, los rendimientos mínimos serán los siguientes:

a2) Componente óptico doble parabólico aluminio especular:

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 63%.
- Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.

b2) Componente óptico doble parabólico aluminio mate.

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 49%.
- Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.

c2) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 50%.

Las luminarias cónico-circulares fluorescentes serán para una o dos lámparas compactas cortas de hasta 26 W. Será fabricada en chapa de acero pintado con reflector de policarbonato autoextinguible de alta reflexión y cristal transparente decorativo. Sus dimensiones máximas serán Ø 180 mm, por 240 mm de altura para lámparas verticales incluido el equipo, y de 150 mm de altura para lámparas horizontales en las mismas condiciones.

Los rendimientos de las luminarias cónico-circulares para lámparas compactas cortas, serán como mínimo los que se indican a continuación:

a) Con reflector abierto:

- Luminaria de 1×18W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2×13W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 62%.
- Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.

b) Con reflector y cierre de cristal:

- Luminaria de 2×13W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.

c) Con reflector limitador del deslumbramiento (darklights).

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 51%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 53%.

10.2.2. Regletas Industriales y Luminarias Herméticas para Interior

Serán para una o dos lámparas de arranque por cebador o rápido, con equipos en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. Los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las regletas serán fabricadas en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color a elegir por la DF estable a los rayos ultravioleta con polvo de poliuretano polimerizado en horno. Su anclaje será en chapa galvanizada y tornillos cadmiados para fijación a techo. Podrán llevar reflectores en color blanco del tipo simétrico o asimétrico.

Las luminarias herméticas serán construidas en poliéster preimpregnado y reforzado con fibra de vidrio resistente a golpes y corrosiones, protegidas contra chorro de agua y polvo, grado IP-65. El difusor será en policarbonato prismático de gran transparencia, resistencia y alto grado de rendimiento lumínico, unido a la luminaria mediante junta de neopreno y pestillos a presión que garanticen su grado de estanqueidad. Los equipos y portalámparas irán fijados al reflector que será en chapa de acero esmaltada en blanco. Dispondrá de entradas semitroqueladas para paso de las canalizaciones rígidas de distribución y alimentación eléctrica. Serán para instalar adosadas a techos o suspendidas mediante accesorios.

10.2.3. Aparatos Especiales y Decorativos para Interior

Se incluyen aquí los apliques, plafones, proyectores, etc., con lámparas incandescentes, halogenuros metálicos, halógenas, reflectoras, Par 38, Par halógena, Vapor de Mercurio o Sodio, de uso decorativo o específico para su instalación interior. Cuando deban llevar equipo de encendido, todos serán en Alto Factor.

Todos ellos cumplirán con las condiciones generales del punto “Generalidades” de este capítulo y las especificaciones particulares reflejadas en Memoria y Mediciones.

10.2.4. Aparatos Autónomos para Alumbrados de Emergencia y Señalización

Los aparatos a instalar deberán por sí mismos disponer de ambos alumbrados, cumpliendo en sus especificaciones técnicas con las necesidades establecidas en la ITC-BT-28 del REBT.

Deberán ir instalados sobre paramentos verticales a una altura de 10 cm por encima de los marcos de puertas o suspendidos de los techos. La distancia entre ellos no superará los 10 m.

La envolvente deberá ser en material no conductor de la corriente eléctrica y construido conforme a las normas UNE 20.062-93 para incandescentes y UNE 20.392-93 para fluorescentes así como la EN 60.598.2.22. Su autonomía, de no indicarse en otros documentos del Proyecto, será de una, dos o tres horas según Memoria y Mediciones del Proyecto. El modelo a instalar permitirá las siguientes variantes:

- Alumbrado de emergencia fluorescente.
- Alumbrado de señalización incandescente.
- Alumbrado de señalización fluorescente.
- Alumbrados de emergencia y señalización combinados.
- Instalación empotrada, semiempotrada, superficial, suspendida y en banderola.
- Posibilidad de diferentes acabados.
- Disponibilidad de rótulos adhesivos o serigrafiados sobre el propio difusor de policarbonato.

Las baterías serán Ni-Cd estancas de alta temperatura. Deberán ser telemandables y dispondrán de protecciones contra errores de conexión y descarga total de baterías.

10.2.5. Luminarias de Alumbrado Público y sus Soportes

Se incluyen únicamente las destinadas a iluminación de viales y pasos peatonales. Todas ellas cumplirán con la ITC-BT-09 en sus puntos 6,7 y 8, así como con las normas UNE que en ellos se indican.

Para la determinación del tipo de luminaria, altura de postes y báculos, así como clase de lámpara, se tendrá muy en cuenta las normas particulares y entornos del lugar donde vayan a ir instalados. Todos estos condicionamientos, cuando existan, vendrán justificados en la Memoria del Proyecto. De no especificarse lo contrario, este tipo de alumbrado se realizará con luminarias reflectoras para montaje sobre báculo en viales, y luminarias ornamentales sobre poste en áreas peatonales. Todas ellas para lámpara de descarga de forma elipsoidal o tubular. No se admitirán lámparas que tengan filamento (incandescencia y luz mezcla).

La disposición de luminarias en los viales proporcionará unos niveles medios de iluminancia de 15 lux con una uniformidad del 0,3.

En pasos peatonales y jardines, las zonas iluminadas dispondrán de 7 lux con una uniformidad del 0,2.

La elección de luminaria, distancia entre ellas y altura de báculos y postes, deberá justificarse mediante los cálculos correspondientes.

Las luminarias reflectoras serán en fundición de aluminio inyectado con reflector de reparto asimétrico en chapa del mismo material pulido, electroabrillantado y anodizado. Podrán ser abiertas o cerradas según se indique en otros documentos del Proyecto. Cuando lleven sistema de cierre, será del tipo cubeta transparente en policarbonato con junta de estanqueidad y cierres de acero protegido por baño electrolítico. Llevarán incorporado el equipo de encendido, siempre en A.F. y con portalámparas de porcelana. Su grado de protección deberá ser Clase II-IP 55. El acabado será en pintura electrostática en polvo polimerizada a alta temperatura.

Las luminarias ornamentales corresponderán con el tipo descrito en Memoria y Mediciones, siempre con difusor en policarbonato, equipo de encendido en A.F. incorporado y portalámparas de porcelana. Su grado de protección será Clase II-IP 55.

Los báculos, postes y brazos murales que sirven de soporte a las luminarias, serán en chapa de acero galvanizada en caliente. Los báculos y postes dispondrán en su base (a 300 mm como mínimo del suelo) de una portezuela de registro para conexiones y protecciones eléctricas, cuyo grado de protección, una vez cerrada, ha de ser IP-44 como mínimo.

La conicidad será del 13% y el diámetro mínimo de la base 142 mm para báculos de 6 m y 130 mm para postes de 4 m. La inclinación del brazo en los báculos respecto a la horizontal podrá ser de 3° a 15° con un radio de curvatura de 1 m y su longitud de 1,5 m hasta 6 m de altura, y de 2 m para los de mayor altura. El espesor de la chapa con la que han de ser contruidos será de 3 mm hasta los de 9 m de altura, y de 4 mm para los de mayor altura.

10.3. Componentes para Luminarias

Los componentes Pasivos: casquillos, portalámparas, portacebadores, etc., deberán cumplir con las normas indicadas para ellos en el apartado de “Generalidades” de este capítulo.

Los componentes Activos: reactancias, transformadores, arrancadores, condensadores, lámparas, etc., deberán ser escogidos bajo criterios establecidos por la Asociación Europea de Fabricantes de Luminarias (CELMA), sobretudo por el Índice de Eficacia Energética (EEI) y el Factor de Luminosidad de Balasto (BLF).

10.3.1. Reactancias o Balastos

En aplicación al conjunto balasto-lámpara del Índice de Eficacia Energética (EEI), equivalente al cociente entre el flujo emitido por la lámpara con el balasto y la potencia aparente total consumida por el conjunto, CELMA clasifica a los balastos en siete clases o niveles, definidos con un valor límite representado por la potencia total absorbida por el conjunto, estas son: A1, A2, A3, B1, B2, C y D, correspondiendo el mayor nivel al A1, y disminuyendo progresivamente para los sucesivos hasta el D, que es el de menor nivel. Bien entendido que estos niveles no tienen correlación directa con la tecnología empleada en la fabricación de los balastos, la cual está referida al factor BLF (Factor de Luminosidad del Balasto), cuyo valor viene dado por el cociente entre flujo luminoso emitido por una lámpara funcionando con el balasto de ensayo, y el flujo de esa misma lámpara funcionando con un balasto de referencia que sirve de patrón. Este factor BLF tiene que ser 1 para balastos electrónicos (alta frecuencia) y 0,95 para balastos electromagnéticos.

La clasificación en los siete niveles de CELMA es aplicable a las lámparas fluorescentes que posteriormente se relacionan, siempre alimentadas a la tensión de 230 V y 50 Hz, obtenidos los valores de potencia en el conjunto balasto-lámpara con:

1. Balastos Electrónicos para las clases A1, A2 y A3.
2. Balastos Electromagnéticos de Bajas Pérdidas para clases B1 y B2.
3. Balastos Electromagnéticos Convencionales para clase C.
4. Balastos Electromagnéticos de Altas Pérdidas para clase D.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los balastos serán Clase A2 para los electrónicos y B2 para los electromagnéticos como mínimo, disponiendo siempre los electrónicos de precaldeo y PCF (Controlador del Factor de Potencia).

Los balastos electromagnéticos utilizados para el encendido y mantenimiento en servicio de las lámparas fluorescentes y de descarga, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, y siempre bajo la clasificación de CELMA. Los destinados a luminarias de interior, serán de núcleo al aire tipo acorazado con imprimación en vacío de resinas epoxídicas tropicalizadas, fijados a una envolvente protectora de hierro tratado con perforaciones para su montaje. Los destinados a luminarias intemperie alojados en su interior, serán del tipo hermético con envoltura en perfil de aluminio y tapas de poliamida con fibra de vidrio grado de protección IP54. Cuando su montaje sea a la intemperie, irán alojados con el condensador y el arrancador correspondiente, en una caja con tapa que garantice un grado de protección IP65. La caja será en fundición de aluminio y llevará la placa de características del equipo que aloja. Todos llevarán impreso y de forma indeleble, el esquema de conexionado y características de los componentes para el encendido y condensador necesario utilizado en la compensación de su efecto inductivo.

Los balastos electrónicos, como los anteriores, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, quedando identificadas en planos de planta las luminarias equipadas con balastos regulables en los casos que así se proyecten. En su construcción y diseño cumplirán con las normas VDE 0875-2 y UNE-EN-208.001 Y 55015 (93) referentes a Radiointerferencias, no produciendo perturbaciones en las instalaciones de infrarrojos anejas. Asimismo, en la emisión de armónicos a la red, su nivel estará por debajo de lo establecido en las normas VDE 0712/23, CEI-555-2, IEC 929, UNE-EN-60555-2 (87), UNE-EN-61000-3-2 y UNE-EN-60928 y 60929. En su fabricación se tendrá en cuenta las normas UNE-EN-61.347, 50.294, 60.730, 60.920, 60.921, 60.922 y 60.923.

Las instalaciones eléctricas que han de alimentar a los balastos electrónicos, deberán cumplir con lo recomendado por el fabricante de los mismos, sobretodo en cuanto al número de balastos máximo por disyuntor de 10 A y Dispositivo de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR), longitud y características de los cables entre los balastos y lámparas que alimentan, así como las condiciones particulares para los casos con reencendido en caliente.

A continuación se incluye la Tabla de CELMA para la clasificación del conjunto Balasto-Lámpara:

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA DE LA LÁMPARA		CÓDIGO ILCOS		CLASE					
	50 Hz	HF			A1	A2	A3	B1	B2	C
LINEAL	15 W	13,5 W	FD-15-E-G13-26/450	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 16 W	≤ 18 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	18 W	16 W	FD-18-E-G13-26/600	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	30 W	24 W	FD-30-E-G13-26/895	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 31 W	≤ 33 W	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 40 W	> 40 W
	36 W	32 W	FD-36-E-G13-26/1200	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
	38 W	32 W	FD-38-E-G13-26/1047	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
	58 W	50 W	FD-58-E-G13-26/1500	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 55 W	≤ 59 W	≤ 64 W	≤ 67 W	≤ 70 W	> 70 W
	70 W	60 W	FD-70-E-G13-26/1800	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 68 W	≤ 72 W	≤ 77 W	≤ 80 W	≤ 83 W	> 83 W
	18 W	16 W	FSD-18-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
COMPACTA 2 TUBOS	24 W	22 W	FSD-24-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSD-36-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
		40 W	FSDH-40-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 44 W	≤ 46 W				
COMPACTA PLANA 4 T		55 W	FSDH-55-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				
	18 W	16 W	FSS-18-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSS-24-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSS-36-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
	10 W	9,5 W	FSQ-10-E-G24q=1 FSQ-10-I-G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
COMPACTA 4 TUBOS	13 W	12,5 W	FSQ-13-E-G24q=1 FSQ-13-I-G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	> 21 W
	18 W	16,5 W	FSQ-18-E-G24q=2 FSQ-18-I-G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSQ-26-E-G24q=3 FSQ-26-I-G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
COMPACTA 6 TUBOS	18 W	16 W	FSM-18-I-GX24d=2 FSM-18-E-G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSM-26-I-GX24d=3 FSM-26-E-G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
		32 W	FSMH-32-L/P-GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 39 W				
		42 W	FSMH-42-L/P-GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 46 W	≤ 49 W				
	10 W	9 W	FSS-10-GR10q FSS-10-L/P/H-GR10q FSS-16-I-GR8	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
COMPACTA 2 D	16 W	14 W	FSS-16-E-GR10q FSS-16-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	21 W	19 W	FSS-21-GR10q FSS-21-L/P/H-GR10q FSS-28-I-GR8	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 22 W	≤ 24 W	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 31 W	> 31 W
	28 W	25 W	FSS-28-E-GR10q FSS-28-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 29 W	≤ 31 W	≤ 34 W	≤ 36 W	≤ 38 W	> 38 W
	38 W	34 W	FSS-38-GR10q FSS-38-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
		55 W	FSS-55-GRY10=03 FSS-55-L/P/H-GRY10=a	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				

Tabla 60: Características Balasto-Lámpara

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto los balastos deberán ser Clase A2 para los electrónicos o Clase B1 para los magnéticos.

10.3.2. Lámparas Fluorescentes

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, serán de Ø 26 mm con potencias estándar de 18, 36 y 58 W, encendido mediante pico de tensión mayor de 800 V por cebador a temperatura ambiente superior a 5°C, o por reactancia electrónica con precaldeo.

Dentro de las diferentes gamas de lámparas, las que se instalen deberán tener una eficacia luminosa igual o superior a 90 lm/W para lámparas de 36 y 58 W, y de 70 lm/W para las de 18 W. Tendrán un índice de rendimiento al color no inferior al Ra=80.

10.3.3. Lámparas Fluorescentes Compactas

Serán del tipo "para balasto convencional independiente", utilizándose para las luminarias cuadradas las de longitudes largas (225 a 535 mm), y las de longitudes cortas (118 a 193 mm) del tipo sencillo o doble, para luminarias cónico-circulares. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 80 lm/W. Las potencias de lámparas a utilizar serán:

- Lámparas Largas: 18, 24, 36, 40 y 55 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo 2G11.
- Lámparas Cortas Sencillas: 5, 7 y 9 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo G23.
- Lámparas Cortas Dobles: 10, 13, 18 y 26 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo G24d-1/d-2/d-3.

10.3.4. Lámparas de Descarga de Forma Elipsoidal

Podrán ser de Vapor de Mercurio en Alta Presión, Vapor de Sodio en Alta Presión y Halogenuros Metálicos, para iluminación de interiores y exteriores. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 60 lm/W en las de V.M.A.P., de 100 lm/W en las de V.S.A.P. y de 75 lm/W en las H.M.

Para interiores, las lámparas deberán tener un índice de rendimiento en color igual o superior a 60 (Ra>60).

10.3.5. Lámparas Varias

Se incluyen las incandescentes de iluminación general, reflectoras, linestras, halógenas normales, halógena B.V., reflectoras halógenas, etc. y aquellas cuyo uso específico debe quedar reflejado y definido en otros documentos del Proyecto.

La determinación del tipo de lámpara a utilizar estará condicionado al aparato de alumbrado donde vaya instalada, características del lugar a iluminar, niveles de iluminación, importancia del resalte de colores, carga térmica, distribución de la luz, etc. Todas las lámparas cumplirán con las normas UNE armonizadas con las vigentes en CEI.

11. PARARRAYOS

11.1. Generalidades

Esta instalación tiene como objetivo la protección del inmueble y su contenido contra las descargas atmosféricas, evitando la generación de diferencias de potencial entre las partes metálicas del mismo y, consecuentemente, descargas peligrosas para personas y equipos.

El sistema a utilizar será el de pararrayos de puntas, tipo Franklin con dispositivo de anticipación de cebado. La normativa de aplicación para este tipo de instalación en su ejecución será:

- R.E.B.T.
- Norma: NTE - IPP (pararrayos).
- Normas: UNE 21.186-1996 y NFC 17-10 aplicable a electrodos de puesta a tierra y radios de protección, incluido su ANEXO B referente a la protección de estructuras contra el rayo.
- Normas: UNE 21.308/89 sobre ensayos con impulsos, IEC-60-1, IEC 1083, CEI 1024 y UNE-21.185.

11.2. Componentes

11.2.1. Cabeza Captadora

Estará fabricada con material resistente a la corrosión, preferiblemente en acero inoxidable al Cr-Ni-Mo, o en cualquier combinación de dos de ellos. Será de punta única y dispondrá de doble sistema de cebado sin fuentes radiactivas.

La unión entre la cabeza captadora y el mástil de sujeción se realizará mediante una pieza adaptadora de latón para 1 y 1/2" que servirá al propio tiempo de conexión del cable de puesta a tierra.

Para la determinación del volumen protegido, se tendrá en cuenta la información técnica del fabricante a fin de calcular el tipo de cabeza y altura del mástil necesaria.

11.2.2. Mástil

Será en tubo de acero galvanizado en caliente enlazable en tramos de 3 m, siendo el más alto de 1 y 1/2" y los enlaces mediante dos tornillos con tuerca y arandelas planas de presión.

El sistema de anclaje podrá ser mediante soportes en U para recibir a muro, o trípode con placa base para recibir en suelo. Siempre serán en hierro galvanizado en caliente y recibidos con cemento. Cuando se realice mediante soportes en U, se utilizarán como mínimo dos y estarán separadas en vertical una distancia igual o superior a 70 cm.

Su situación será la más centrada posible en la cubierta del edificio, debiendo sobresalir, como mínimo, 3 m por encima de cualquier elemento incluyendo las antenas.

11.2.3. Elementos de Puesta a Tierra

Lo constituyen el cable de enlace y los electrodos de puesta a tierra, que serán como mínimo dos por cabeza captadora.

El cable a utilizar será en cobre desnudo de 70 mm² de sección, unido a la cabeza captadora mediante la pieza de adaptación y sus tornillos prisioneros. Se canalizará por el interior del mástil hasta su extremo inferior, siguiendo posteriormente un recorrido lo más corto y rectilíneo posible hasta su puesta a tierra. Podrá hacerlo directamente por fachada o por el interior del edificio, pero siempre lo más alejado posible de partes metálicas y amarrado mediante grapa cilíndrica de latón de longitud Ø 24 mm compuesta por base con ranura de alojamiento del cable, tuerca de cierre M-2 y tirafondo M-6×30 con taco de plástico.

En su trazado las curvas no deben tener un radio inferior a 20 cm y aberturas superiores a 60°.

Cuando la bajada se haga por fachada, el último tramo vertical y en zonas accesibles al público, el cable se protegerá canalizándolo en un tubo de acero galvanizado de Ø 60 mm y 3 m de longitud.

Las tomas de tierra se realizarán conforme a la instrucción ITC-BT-18 del R.E.B.T y la resistencia de puesta a tierra del electrodo utilizado tiene que ser igual o inferior a 8 ohmios.

Cuando el edificio disponga de red de tierras para la estructura, además de la puesta a tierra independiente de que el Pararrayos ha de disponer, esta se enlazará con la de la estructura mediante un puente de comprobación situado en la arqueta de puesta a tierra del pararrayos.

En el caso de necesitarse además del Nivel I, medidas especiales complementarias para garantizar la protección contra el rayo, se dotará al edificio de una protección externa según VDEO 185 que constará de:

1. **Instalación Captadora:** tiene la misión de recibir el impacto de la descarga eléctrica de origen atmosférico. Irá instalada encima de la cubierta siguiendo las aristas de la misma y formando una retícula de malla no superior a 10x10 m que cubrirá toda la superficie. Esta malla estará realizada con varilla de cobre de 8mm de Ø, fijada al edificio mediante soportes conductores roscados provistos de abrazadera para la varilla, siendo la distancia entre soportes igual o inferior a 1 metro.
2. **Derivador:** es la conexión eléctrica conductora entre la instalación captadora y la puesta a tierra. El número de derivadores a tierra será como mínimo la longitud del perímetro exterior de la cubierta en su proyección sobre el plano, dividido entre 15. Es decir, uno cada 15 metros del perímetro exterior

proyectado de la cubierta sobre el plano. Estará realizado del mismo modo que la instalación captadora, utilizando varillas de cobre de 8 mm y soportes conductores roscados provistos de abrazadera, siendo la distancia entre ellos igual o inferior a 1 metro.

3. **Electrodo de puesta a tierra:** su función es disipar la descarga eléctrica en tierra. Generalmente este electrodo estará compuesto por un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección enterrado fuera de la cimentación, recorriendo todo el perímetro de la fachada del edificio, y al que se conectarán todos los derivadores utilizando para ello soldaduras aluminotérmicas. El electrodo de puesta a tierra irá enterrado a una profundidad de 0,8 metros, como mínimo, del suelo terminado, conectado a la red de puesta a tierra de la estructura en los mismos y cada uno de los puntos en donde el electrodo de puesta a tierra se une a los derivadores.

En función de la altura del edificio, la instalación captadora podrá ir dotada de puntas de captación.

Cuando los edificios sean extensos y de poca altura donde necesariamente se han de utilizar más de un pararrayos sobre mástil, en el caso de necesitarse protección superior a Nivel 1, se utilizarán las bajantes de los pararrayos como derivadores de la instalación captadora adicional de las "medidas especiales complementarias".

PRESUPUESTO

CAPÍTULO ELECTRICIDAD

SUBCAPÍTULO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

E0020101	Ud Cabina metál. entrada-salida SF6 Cabina metálica para Llegada o Salida, gama SM6, tipo IM 630-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, juego de barras, soporte para cables de M.T., tres captadores con piloto luminoso y mando CIT, Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	2.225,42	8.901,68
E0020104	Ud Cabina met. protec. general SF6 Cabina metálica para Protección de línea de salida a 15 kV, gama SM6, tipo DM1 630-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, interruptor automático SFSET con relés VIP300, juego de barras, tres captadores con piloto luminoso, mandos CS1 y RI. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	11.255,33	22.510,66
E0020109	Ud Cabina met. protec. trafo SF6 Cabina metálica para Protección de Transformador, gama SM6, tipo DM1 400-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, interruptor automático SF1 con relés VIP201, juego de barras, tres captadores con piloto luminoso, mandos CS1 y RI. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	6,00	9.989,35	59.936,10
E0020103	Ud Cabina metálica remonte SF6. Cabina metálica para remonte de cables gama SM6, tipo GAME, de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo, juego de barras, soporte para cables de M.T.Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	749,01	1.498,02
E0020107	Ud Cabina metálica medida SF6 Cabina metálica para Medida en M.T., gama SM6, tipo GBC-630-24-20 (en una de sus variantes) de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: tres transformadores de intensidad y tres de tensión según normas de la Cia. Suministradora, juego de barras y accesorios, según variante. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	4.816,77	4.816,77
E00201011	Ud Cabina metál. int-pasante SF6 Cabina metálica para seccionamiento con interruptor pasante, gama SM6, tipo IM 630-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, juego de barras, soporte para cables de M.T., tres captadores con piloto luminoso y mando CIT. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	2.857,35	5.714,70
E0020302	Ud Puentes A.T. trafo. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	719,65	2.158,95
E0020306	Ud Sist.cabl.ventilad.p./trafos Cableado para alimentación de ventiladores de los transformadores de potencia. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	166,35	499,05
E0020305	Ud Sist.cabl.control temp.trafos Cableado para sistema de aviso y disparo por temperatura de los transformadores de potencia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	76,19	228,57
E0020320	Ud Sistema cableado enclavamiento electrico Sistema de cableado para enclavamientos y disparo de los interruptores de transformadores en M.T. y B.T, completo de accesorios, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	115,77	347,31

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

E0020303	Ud Protección de celdas trafos. Proteccion desmontable de chapa ciega con mirilla, doble hoja, para celdas de transformadores, según Pliego Condiciones, incluso herrajes para cantoneras de tabiques, todo ello pintado al esmalte; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	1.149,30	3.447,90
E0050107	MI Cond. DHZ1-12/20 kV 1x240mm2 Al Conductor DHZ1-12/20 kV 1x240 mm2 Aluminio, BICC General o equivalente, VULPREN, aislamiento EPR, según normas: UNE-21123, UNE-21147.1 y .2, IEC-754.1 y .2, IEC-502, RU-3305-C; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.644,00	8,38	13.776,72
E0220132	MI Bandeja met. c/tapa Sendz 60x200 Bandeja metálica con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.628,00	29,19	47.521,32
E0020422	Ud Kit terminal enchufable 12/20 kV Kit terminal enchufable 12/20 kV para cable de aluminio de 240 mm2, K440TB-P-240M-12-1, todo ello instalado, conectado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	16,00	480,71	7.691,36
E0020317	Ud Carriles soporte transformador Juego de dos carriles para soporte de transformador constituido por perfil U-100 empotrado en el suelo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	112,38	337,14
E0020313	Ud Conjunto elementos auxiliares Conjunto de elementos auxiliares para señalización, prevención y maniobra del centro de transformación, según Memoria y Pliego de Condiciones, incluso tablero con protección transparente conteniendo esquema eléctrico de la instalación, placa de primeros auxilios, placa de cinco reglas de oro, reglamento de servicio, etc; todo ello instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	977,83	1.955,66
E0020315	Ud Extractor helicoidal mural II 12300 m3/h Extractor helicoidal mural de SOLER & PALAU o equivalente, con motor monofásico a 230 V, 980 W, 1.320 rev/min y 12.300 m3/h, modelo HCBB/4-560/H, completo de accesorios de unión y fijación, con persiana PER-560 W, cajón metálico de descarga y termostato de regulación, incluso circuitos de alimentación eléctrica y control, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	590,86	1.181,72
E0020314	M2 Red equipotencial del suelo. Red equipotencial del suelo en el Centro de Transformación mediante un emparrillado en toda la superficie, formado por redondo de 4 mm de diámetro en hierro, con soldaduras en los cruces, enterrado a 10 centímetros del suelo terminado y conectado a la red de tierra de Protección en A.T.; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	112,00	9,94	1.113,28
E0020312	Ud Red puesta a tierra Prote.AT. Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión para todos los componentes metálicos soporte de las instalaciones y red equipotencial del suelo, realizada mediante varilla de cobre desnudo de 8 mm de diámetro y piezas especiales de conexión y empalme, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	1.350,37	2.700,74
E0020311	Ud Puesta a tierra neutro trafo Puesta a tierra de neutro de transformador realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	579,00	1.737,00

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

E02909	Ud Bateria fija condensador 110 kVAr 440V Bateria fija de condensadores 110 kVAr 440 V 50 Hz, MERLIN GERIN o equivalente, ref. VAR-PLUS H 52477, formado por condensadores montados base contra base sobre zócalo metálico, grado de protección IP31; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	1.566,28	4.698,84
E02910	Ud Bateria condensador 405 kVAr 400V Bateria automática de condensadores 405 kVAr 400 V 50 Hz, MERLIN GERIN o equivalente, ref. RECTIMAT 2 52623, montado en armario de chapa con rejilla de ventilación, grado de protección IP31, incluso transformadores de intensidad y suma e interruptor automático 4x630 A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	10.820,45	32.461,35
E010110	Ud PC1.- Trafo resina epoxi 1.600kVA 15.000/420 V PC1.- Transformador trifásico de potencia MERLIN GERIN-TRIHAL o equivalente, según Memoria y Pliego de Condiciones, encapsulado en resina epoxi, clase F, según CEI-726, con sondas, ventilación forzada, armario de control y disparo por temperatura, ruedas y demás elementos accesorios, y las siguientes características: Potencia, 1.600 kVA; tensión primario, 15000 V +-5+-7.5%; tensión secundario, 3x420/242 V; frecuencia, 50 Hz; tensión de cortocircuito, 6%; grupo conexión Dy11 n; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)	3,00	39.293,34	117.880,02
TOTAL SUBCAPÍTULO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				343.114,86

SUBCAPÍTULO GRUPO ELECTRÓGENO

E0010215	Ud Grupo electrógeno 1450 kVA (emergencia) Grupo Electrógeno con motor diesel MITSUBISHI tipo S12R-PTA o equivalente, turboalimentado, con una potencia en continua de 1110 kW y 1210 kW en emergencia al volante a 1.500 rev/min, y alternador trifásico LEROY SOMER tipo LSA50.1M7 o equivalente de 1325 kVA en continua y 1450 kVA en emergencia a 50 Hz y tensión de 3x230/400 V, provisto de arranque y parada automáticos por fallo o vuelta del suministro normal, autorregulado provisto de radiador separado para instalar fuera de la bancada del grupo, resistencia de calentamiento para el agua del circuito de refrigeración, flexible de escape, fuelle de canalización de aire entre el radiador del grupo y la rejilla de salida, silenciadores de gases de escape, cuadro eléctrico de control, maniobra y protección mediante un interruptor automático de 4x2500A, baterías, depósito de combustible de 3000 litros, antivibradores, etc.; legalizado, instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	180.638,49	361.276,98
E0010240	MI Chimenea doble salida de gases. Chimenea doble para salida de gases procedentes de la combustión, construida en tubo de acero inoxidable de alta calidad AISI 304 o 316, tipo DINAK o equivalente de 600 mm, incluyendo parte proporcional de codos, fijaciones, abrazaderas, etc, partiendo desde el silenciador y con capuchon final antilluvia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	67,00	731,71	49.024,57
E00102421	Ud Silencioso de relajación 1E/2S Conjunto de silenciadores de relajación (1 de entrada y 2 de salida) y rejillas para el aire de ventilación del grupo electrógeno; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	16.859,93	16.859,93
E024701	Ud Circuito mando y alimentación GE Circuito de mando y alimentación a elementos auxiliares incluido detectores de tensión, para arranque, parada, conmutación y maniobra del grupo electrógeno, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	1.549,22	3.098,44
E160201	Ud Cuadro control y acoplamiento en paralelo Cuadro de control sincronismo, maniobra y acoplamiento para dos grupos eléctricos, conteniendo todos los elementos propios de sus funciones, incluso detectores de tensión y dos interruptores automáticos magnetotérmicos 4x2500 A motorizados, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	44.246,44	44.246,44
E160207	Ud Transporte y montaje GEs Transporte y montaje "insitu" de todos los componentes de la instalación del grupo electrógeno, incluso pruebas, preparación del personal en el manejo, documentación técnica, impuestos, etc.; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	18.335,95	36.671,90
E024801	Ud Puesta a tierra neutro G.E. Puesta a tierra de neutro de alternador de grupo electrógeno realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm ² , incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	538,54	1.077,08
TOTAL SUBCAPÍTULO GRUPO ELECTRÓGENO				512.255,34

SUBCAPÍTULO CUADROS Y APARAMENTA ELÉCTRICA

E0981	Ud Panel metálico 2100x1200x1000 mm Panel metálico de 2100x1200x1000 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente instalado y fijado en bancada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	1.522,10	3.044,20
E0980	Ud Panel metálico 2100x1000x1000 mm Panel metálico de 2100x1000x1000 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente instalado y fijado en bancada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	10,00	1.407,59	14.075,90
E1102	Ud Panel metálico 2000x900x500 mm Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener, estará pintado al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 2000x900x500 mm., grado de protección IP 307, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	15,00	966,41	14.496,15
E0090112	Ud Cofret met.emp. p/trans. 6f 216m Cuadro para montaje empotrado enteramente metálico, pintado en blanco, con dos puertas, la primera de ellas de frente transparente y bloqueada por cerradura, la segunda fijada por tornillos y troquelada para maniobra de aparamenta, con todos los elementos de fijación y accesorios para la aparamenta a contener y de dimensiones, como mínimo 1160x825x120 mm, capacidad 6 filas y 216 módulos de 18 mm, distancia entre perfiles 150mm, grado de protección IP 31; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	45,00	424,94	19.122,30
E0090150	Ud Cuadro empotrar aislante 2f 24m Cuadro eléctrico de material aislante para montaje empotrado, GEWISS o equivalente, serie 40CD, ref. GW40231, de color blanco, con dos puertas, la primera de ellas de frente transparente color gris humo, la segunda fijada a presión y troquelada para maniobra de aparamenta, con todos los elementos de fijación y accesorios para la aparamenta a contener y de dimensiones 310x330x80 mm, capacidad 2 filas y 24 módulos de 18 mm, grado de protección IP 40, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	146,00	57,60	8.409,60
E2708	Ud Barraje con pletina Cu. 100kA Sistema de barraje de pletina de cobre para la interconexión eléctrica entre aparamentas en cada panel, capaz para soportar los esfuerzos e intensidades en caso de cortocircuito máximo de 100 kA, incluso material auxiliar, etiqueteros y conexionado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	8,00	434,77	3.478,16
E2709	Ud Barraje con pletina Cu. 50kA Sistema de barraje de pletina de cobre para la interconexión eléctrica entre aparamentas en cada panel, capaz para soportar los esfuerzos e intensidades en caso de cortocircuito máximo de 50 kA, incluso material auxiliar, etiqueteros y conexionado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	10,00	174,17	1.741,70
E1196	Ud Elemen.auxil.accesor,etiquet. Elementos auxiliares, bornas, accesorios, etiqueteros indicadores, canaleta, etc, incluso cableado y acabado de cuadros eléctricos, todo ello fijado e instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	45,00	68,00	3.060,00
E0100350	Ud Analizador de redes eléctricas Analizador de redes CIRCUTOR o equivalente, tipo CVMk versión estándar (LCD), con transformadores de intensidad y fusibles; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	15,00	492,50	7.387,50

E013841	Ud Inversor automático de redes 4x1600A Inversor automático de redes 4x1600A, SOCOMEC-GAVE o equivalente, modelo SIRCOVER VE 1600, mediante combinación de dos interruptores seccionadores manuales de corte en carga de 4x1600A superpuestos y enclavados, con mando motorizado de tres posiciones estables I-0-II, equipado con relés de mínima tensión, relés temporizadores, mando manual de seguridad, cubrebornes separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	4.150,99	12.452,97
E01305a	Ud Int. manual corte carga 4x125A Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x125 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	41,00	70,70	2.898,70
E01306a	Ud Int. manual corte carga 4x160A Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x160 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	80,88	242,64
E01307a	Ud Int. manual corte carga 4x250A Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x250 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	139,55	139,55
E01308a	Ud Int. manual corte carga 4x400A Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x400 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	182,18	364,36
E01309a	Ud Int. manual corte carga 4x630A Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x630 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	250,78	1.003,12
E01313a	Ud Int. manual corte carga 4x800A Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x800 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	565,84	1.131,68
E01310a	Ud Int. manual corte carga 4x1000A Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x1000 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	662,32	662,32
E01320	Ud Int. manual corte carga 2x40A Interruptor manual de corte en carga I40, 2x40A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	115,00	25,27	2.906,05
E013221	Ud Int. manual corte carga 4x40A Interruptor manual de corte en carga I40, 4x40A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	42,17	84,34
E01322	Ud Int. manual corte carga 4x63A Interruptor manual de corte en carga I63, 4x63A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	44,04	176,16
E01001130	Ud Bloque diferencial 2x40A/30mA SI Bloque diferencial de 2x40A/30 mA, Vigi para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	12,00	94,01	1.128,12

E0100115	Ud Bloque diferencial 2x63A/300mA Bloque diferencial de 2x63A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	115,15	460,60
E01001170	Ud Bloque diferencial 4x40A/30mA SI Bloque diferencial de 4x40A/30 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	215,00	125,48	26.978,20
E0100118	Ud Bloque diferencial 4x25A/300mA Bloque diferencial de 4x25A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN O equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	103,65	518,25
E0100119	Ud Bloque diferencial 4x63A/300mA Bloque diferencial de 4x63A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	23,00	132,27	3.042,21
E0100133	Ud Int. dif. Clase A 2x40A/30mA SI Interruptor diferencial Super Inmunizado, de 2x40A/30 mA, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	52,00	94,45	4.911,40
E01001331	Ud Int. dif. Clase A 4x25A/30mA SI Interruptor diferencial Super Inmunizado, de 4x25A/30 mA, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	155,10	310,20
E01002931	Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x10A/30mA SI Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x10A, sensibilidad 30 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	18,00	101,36	1.824,48
E0100293	Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/30mA SI Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 30 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	101,90	305,70
E01002933	Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/300mA SI Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 300 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	21,00	100,68	2.114,28
E01002932	Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/10mA Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 10 mA, clase A, poder de corte 4,5 kA, curva C, DPNa Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	115,55	231,10
E010029511	Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x20A/300mA SI Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x20A, sensibilidad 300mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	102,01	306,03
E01115	Ud Inter.aut. 4x160A, r-elec 100A, 36 kA Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160N, con relés electrónicos STR22SE de 100 A, poder de corte 36 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebombas con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	535,10	535,10

E01116	Ud Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 36 kA Interrupor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160N, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, poder de corte 36 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	44,00	563,42	24.790,48
E011213	Ud Inter.aut. 4x250A, r-elec, 150 kA Interrupor automático 4x250 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS250L, con relés electrónicos STR23SE de 250 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	1.642,59	4.927,77
E011303	Ud Inter.aut. 4x400A, r-elec, 150 kA Interrupor automático 4x400 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400L, con relés electrónicos STR23SE de 400 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	6,00	2.124,77	12.748,62
E011353	Ud Inter.aut. 4x630A, r-elec, 150 kA Interrupor automático 4x630 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS630L, con relés electrónicos STR23SE de 630 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	2.514,97	7.544,91
E011552	Ud Inter.aut. 4x800A, 150 kA fijo manual Interrupor automático fijo con mando manual 4x800 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS800L, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	5.302,87	10.605,74
E0100299	Ud Int. aut. 2x6A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 2x6A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	48,00	46,83	2.247,84
E0100201	Ud Int. aut. 2x10A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 2x10A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	835,00	28,15	23.505,25
E0100202	Ud Int. aut. 2x16A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 2x16A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	932,00	28,56	26.617,92
E0100203	Ud Int. aut. 2x20A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 2x20A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	29,23	116,92
E0100205	Ud Int. aut. 2x40A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 2x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	62,00	37,61	2.331,82
E0100209	Ud Int. aut. 4x16A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 4x16A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	56,25	56,25

E0100210	Ud Int. aut. 4x20A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 4x20A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	24,00	57,62	1.382,88
E0100211	Ud Int. aut. 4x25A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 4x25A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	9,00	55,74	501,66
E0100212	Ud Int. aut. 4x40A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	143,00	70,28	10.050,04
E0100213	Ud Int. aut. 4x63A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 4x63A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	143,89	143,89
E0100225	Ud Int. aut. 4x40A, 6-10 kA,C. Interrupor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	63,03	126,06
E0100227	Ud Int. aut. 4x63A, 6-10 kA,C. Interrupor automático de 4x63A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	6,00	131,62	789,72
E0100340	Ud Contacto auxiliar doble señalización Contacto auxiliar doble de señalización abierto/cerrado y defecto, MERLIN GERIN o equivalente, modelo OF+OF/SD; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	268,00	19,61	5.255,48
E0100370	Ud Contactor 2x25A 2NA I-0-A Contactor modular con mando modular 2x25A MERLIN GERIN o equivalente, modelo CT MAN 25A 2NA, 230/240 V, silencioso <20 dB, con selector de 3 posiciones: I-0-A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	162,00	35,94	5.822,28
E0070196	Ud Telemando reposo y reencendido 100 aparatos Telemando, para puesta en reposo y reencendido en caso de fallo de red, de aparatos autónomos de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo TD-100, con capacidad para 100 luminarias; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	33,00	109,32	3.607,56
E0911048	Ud Int-secc. fusibles 3x250A/160A Interrupor-seccionador tripolar para fusibles NFC o DIN, tamaño 1, de 250 A, TELEMECÁNICA o equivalente, ref. GS1-N3, incluso tres cartuchos fusibles de 160A T1; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	258,32	1.033,28
E090011	Ud Panel Aislamiento II Quirófano Panel de aislamiento para Quirófano según ITC-BT-38 y UNE 20615 con un transformador monofásico 7,5 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 1 transformador de aislamiento 230/24V de 1000 VA, 1 vigilador de aislamiento monofásico por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 4x25A/30mA, 1 interruptor manual de corte en carga de 4x63A, 1 interruptor manual de corte en carga de 2x40A, 1 int. autom. 4x25A, 1 int. autom. 2x25A, 2 int. autom. 2x16A, 14 int. autom. 2x10A, 1 int. autom. 3x2A, 1 int. autom. 2x2A, 1 vigilante de tensión, 1 contactor con selector de 3 posiciones 4x40 NA, 1 termostato y barrajes de equipotencial y de protección, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

		30,00	3.383,68	101.510,40
E090047	Ud P. Aislamiento II 7 Camas Panel de aislamiento para 7 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 7 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 7 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 7 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 7 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		2,00	7.447,68	14.895,36
E090049	Ud P. Aislamiento II 10 Camas Panel de aislamiento para 8 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 10 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 10 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 10 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 10 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		2,00	10.251,88	20.503,76
E090050	Ud P. Aislamiento II 12 Camas Panel de aislamiento para 8 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 12 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 12 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 10 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 12 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. HOSPITAL GENERAL 4 4,00			
		4,00	12.052,44	48.209,76
E1210	Ud Repetidor alarma P. Aislamiento Repetidor de alarmas paneles aislamiento de AFEISA o equivalente, modelo REP-M DAP, según ITC-BT-38, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		35,00	164,38	5.753,30
E1212	Ud Caja barras colectoras tierras. Caja de barras colectoras para tierras de redes de protección y equipotencialidad, con tapa en acero inoxidable, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		53,00	130,26	6.903,78
E040160	Ud Panel sinóptico remoto autonomía batería Panel sinóptico remoto para visualización de autonomía de batería (en minutos) en caso de fallo de red de alimentación; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		45,00	614,53	27.653,85
E03916	Ud SAI III / II 7 kW - 5kWh 50 Hz Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm, de 7 kW de potencia activa en salida y autonomía de 5 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		30,00	9.039,71	271.191,30
E03903	Ud SAI II / II 4 kW - 8kWh 50 Hz Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 735x283x805 mm (SAI) y 735x283x805 mm (Baterías), de 4 kW de potencia activa en salida y autonomía de 8 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente			

y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.

4,00 6.789,33 27.157,32

E03922 Ud SAI III / III 15 kW - 24kWh 50 Hz

Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1600x1100x800 mm (Baterías), de 15 kW de potencia activa en salida y autonomía de 24 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.

HOSPITAL GENERAL 7 7,000

MODIFICADO N°3
Incrementos
HOSPITAL GENERAL 2 2,000

9,00 14.511,24 130.601,16

E039026 Ud SAI III / III 20 kW - 28kWh 50 Hz

Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1600x1100x800 mm (Baterías), de 20 kW de potencia activa en salida y autonomía de 28 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.

HOSPITAL GENERAL 4 4,000

4,00 18.797,69 75.190,76

E03904 Ud SAI III / II 8 kW - 4kWh 50 Hz

Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm, de 8 kW de potencia activa en salida y autonomía de 4 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.

2,00 9.088,35 18.176,70

E04013 Ud SAI 230/230V 50 Hz 1,5 kW - 0,5 kWh

Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI), ENERDATA o equivalente, tecnología ON LINE doble conversión, tensión de entrada y salida monofásica 230 Vca, de 1,5 kW de potencia activa en salida y autonomía de 0,5 kWh, integrable en rack 19" de Repartidor de Voz-Datos, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento; según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.

10,00 1.219,12 12.191,20

E03918 Ud SAI II / II 0,7 kW - 10 min 50 Hz

Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología LINE INTERACTIVE, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 180x140x375 mm, de 0,7 kW de potencia activa en salida y autonomía de 0,12 kWh, ENERDATA o equivalente, panel indicador de estado, ondulator estático, puerto RS232, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, se-

	gún especificaciones del Código Técnico de la Edificación.		325,00	104,97	34.115,25
ELE0100105	Ud PC1.- Int. dif. Clase A 2x25A/300mA. PC1.- Interruptor diferencial de 2x25A/300 mA, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO). MODIFICADO N°3 EDIFICIO DE INVESTIGACIÓN	1	1,00	1,00	91,07
ELE01001161	Ud PC1.- Bloque diferencial 4x25A/30mA SI PC1.- Bloque diferencial de 4x25A/30 mA, Vígi para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).		1,00	147,95	147,95
ELE1002051	Ud PC1.- Int. aut. 2x40A, 6-10 kA, D. PC1.- Interruptor automático de 2x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva D, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).		1,00	71,08	71,08
ELE01002121	Ud PC1.- Int. aut. 4x40A, 6-10 kA, D. PC1.- Interruptor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva D, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).		13,00	138,65	1.802,45
ELE100217	Ud PC1.- Int. aut. 2x25A, 6-10 kA,C. PC1.- Interruptor automático de 2x25A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).		1,00	33,21	33,21
ELE011551	Ud PC1.- Inter.aut. 4x800A, 70 kA fijo manual PC1.- Interruptor automático fijo con mando manual 4x800 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS800H, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 70 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornos con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO) MODIFICADO N°3 EDIFICIO DE SERVICIOS	1	1,00	1,00	3.981,48
ELE011151	Ud PC1.- Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 50 kA PC1.- Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160SX, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, 4P 4R, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornos con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).		11,00	583,30	6.416,30
ELE011211	Ud PC1.- Inter.aut. 4x250A, r-elec, 50 kA PC1.- Interruptor automático 4x250 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS250SX, con relés electrónicos STR23SE de 250 A, 4P 3R+NR, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornos con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).		1,00	1.065,35	1.065,35
ELE012351	Ud PC1.- Int. aut. bastidor abierto 4x2500 A, 85 kA secc PC1.- Interruptor automático seccionable 4x2500 A MERLIN GERIN o equivalente, modelo MASTERPACT NW25H2a, para un poder de corte de 85 kA y unidad de control Micrologic 6.0A, chasis, 4 contactos inversores OF y 1 contacto inversor SDE; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).		3,00	10.322,02	30.966,06
ELE01215	Ud PC1.- Mando eléctrico int.autom. bastidor abierto PC1.- Mando eléctrico para interruptor automático MASTERPACT, constituido por motorreductor MCH, electroimán de cierre XF, bobina de emisión MX, bobina de mínima tensión y temporizador, rearme a distancia, contactos auxiliares, posición enchufado y de fin de carrera, etc., de MERLIN GERIN o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).				

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

		1,00	2.143,72	2.143,72
ELE16.03.078	Ud PC1.- Limitador sobretensiones transitorias PRF1, 3P+N			
	PC1.- Limitador de sobretensiones transitorias Clase I, 3P+N, Iimp=100kA (N-PE) según onda de ensayo 10/350 microsegundos, In=100kA, tensión residual Up<1,5kV, PRF1 (ref: 16.628) , de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		3,00	502,20	1.506,60
ELE0100322	Ud PC1.- Interruptor horario astronómico 1 canal			
	PC1.- Interruptor horario astronómico IC ASTRO de MERLIN GERIN o equivalente, 1 canal, programación astronómica, reserva de marcha de 6 años, pantalla retroiluminada, 16A 230 V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		6,00	91,53	549,18
TOTAL SUBCAPÍTULO CUADROS Y APARAMENTA ELÉCTRICA				1.126.577,79

SUBCAPÍTULO LÍNEAS ELÉCTRICAS

E0220106	MI Bandeja metál. Sendzimir 60x100 Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x100 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.900,00	19,26	36.594,00
E0220108	MI Bandeja metál. Sendzimir 60x200 Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	475,00	23,83	11.319,25
E0220109	MI Bandeja metál. Sendzimir 60x300 Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x300 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	175,00	27,70	4.847,50
E0220110	MI Bandeja metál. Sendzimir 60x400 Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x400 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	90,00	35,26	3.173,40
E0220111	MI Bandeja metál. Sendzimir 60x500 Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x500 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	80,00	40,59	3.247,20
E0220112	MI Bandeja metál. Sendzimir 60x600 Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x600 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	400,00	45,85	18.340,00
E0030101	MI Tubo PVC flex. reforzado 3321 32 mm Tubo de PVC flexible reforzado, clasificación 3321 según UNE EN 50086-2-2, de 32 mm de diámetro, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión y fijación, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.190,00	2,91	3.462,90
E0030104	MI Tubo PVC flex. reforzado 3321 63 mm Tubo de PVC flexible reforzado, clasificación 3321 según UNE EN 50086-2-2, de 63 mm de diámetro, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión y fijación, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	380,00	3,76	1.428,80
E0050905	MI Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x10mm² Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x10 mm ² Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.180,00	3,34	3.941,20
E0050906	MI Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x16mm² Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x16 mm ² Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

		2.000,00	4,15	8.300,00
E0050907	MI Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x25mm2 Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		3.620,00	5,18	18.751,60
E0050908	MI Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x35mm2 Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		2.490,00	7,12	17.728,80
E0050910	MI Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x70mm2 Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		610,00	10,95	6.679,50
E0050911	MI Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x95mm2 Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x95 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		410,00	13,99	5.735,90
E0050912	MI Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x120mm2 Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x120 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		525,00	17,78	9.334,50
E0050913	MI Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x150mm2 Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x150 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		525,00	19,91	10.452,75
E0050914	MI Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x185mm2 Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x185 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		240,00	25,65	6.156,00
E0050915	MI Conduct. SZ-0,6/1 kV Cu 1x240mm2 Conductor Resistente al Fuego SZ10,6/1 kV 1x240 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		410,00	29,74	12.193,40

E0050511	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x10 mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x10 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5.780,00	1,61	9.305,80
E0050510	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x16 mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2.860,00	15,77	45.102,20
E0050509	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x25 mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2.400,00	3,06	7.344,00
E0050508	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x35 mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	285,00	4,09	1.165,65
E0050507	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x50 mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x50 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	195,00	5,21	1.015,95
E0050506	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x70 mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	750,00	6,77	5.077,50
E0050505	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x95 mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x95 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.540,00	8,80	13.552,00
E0050504	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x120mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x120 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2.910,00	10,85	31.573,50
E0050503	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x150mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x150 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.930,00	13,19	25.456,70
E0050502	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x185mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x185 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.440,00	16,21	23.342,40

E0050501	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x240mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x240 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2.395,00	20,79	49.792,05
E0050534	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x10 mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x10 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.345,00	5,23	7.034,35
E0050533	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x16 mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	245,00	7,81	1.913,45
E0050532	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x25mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2.205,00	10,69	23.571,45
E0050531	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x35mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	599,00	14,80	8.865,20
E00505351	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 3,5x50mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 3,5x50 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	335,00	10,19	3.413,65
E0050535	MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 3,5x70mm2 Conductor RZ1-0,6/1 kV 3,5x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	175,00	11,76	2.058,00
E0020318	Ud Puesta a tierra Protección Baja Tensión Puesta a tierra de protección en Baja Tensión realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	579,00	579,00
E02684	Ud Toma equipotencial baños y aseos Toma equipotencial para cuartos de baño y aseo, con parte proporcional de cable de cobre H07Z1-U libre de halógenos de 4 mm2 según UNE 20432.1, 20432.3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1, 21172.2, IEC-754.1 y BS-6425.1, tubo de PVC flexible de doble capa del tipo forroplast, abrazaderas y cajas de empotrar de paso y derivación, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	145,00	22,83	3.310,35
E0020319	Ud Punto puesta a tierra Estructura Punto de puesta a tierra de Estructura para pilares y muros realizado con cable desnudo enterrado 35 mm2, incluso grapa y soldadura aluminotérmica; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	392,00	35,56	13.939,52

E0050011	<p>Ud Fijación especial cables SZ1 Resistentes al Fuego</p> <p>Fijación especial por metro de terna de cables SZ1 0,6/1kV RF-180, ERICO CADDY o equivalente, constituida por perfil metálico en omega ranurado para fijación a paramento mediante tacos y tornillos metálicos, grapa-abrazadera metálica ajustable mediante tornillo para sujeción definitiva de cable, incluso fijación provisional mediante brida de plástico y taco, separados unos de otros una distancia de 40 cm; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.</p>	215,00	14,43	3.102,45
ELE0220142	<p>MI PC1.- Bandeja met. perforada c/tapa galv. 60x100</p> <p>PC1.- Bandeja metálica perforada con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x100 mm, construida en chapa de acero galvanizado en caliente con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm²; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).</p>	238,00	31,27	7.442,26
ELE0220144	<p>MI PC1.- Bandeja met. perforada c/tapa galv. 60x200</p> <p>PC1.- Bandeja metálica perforada con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado en caliente con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm²; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).</p>	22,00	42,18	927,96
ELE0050910X	<p>MI PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x50mm² (AS+)</p> <p>PC1.- Cable Resistente al Fuego (UNE-EN 50200), BICC General o equivalente, SECURFOC 331, designación RZ1-0,6/1 kV (AS+) 1x50 mm², norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento y cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).</p>	790,00	9,50	7.505,00
ELE0050915X	<p>MI PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x300mm² (AS+)</p> <p>PC1.- Cable Resistente al Fuego (UNE-EN 50200), BICC General o equivalente, SECURFOC 331, designación RZ1-0,6/1 kV (AS+) 1x300 mm², norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento y cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).</p>	152,00	85,09	12.933,68
ELE050500	<p>MI PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x300mm² (AS)</p> <p>PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 1x300 mm², norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)</p>	479,00	65,56	31.403,24
ELE050537	<p>MI PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x6mm² (AS)</p> <p>PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 4x6 mm², norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).</p>	103,00	5,49	565,47

ELE050512	MI PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x6mm2 (AS)			
	PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 1x6 mm2, norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
		103,00	1,29	132,87
ELE005001X	Ud PC1.- Terminales presión para cables			
	PC1.- Terminales de presión para los cables relacionados según secciones de los mismos, instalados mediante máquinas de presión con útil hexagonal, incluso tornillería y conexionado a Cuadros, Transformadores y Grupo Electrónico; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
	MODIFICADO N°3			
	HOSPITAL GENERAL	0,75	0,75	
	EDIFICIO DE SERVICIOS	0,2	0,20	
	EDIFICIO DE RESIDUOS	0,01	0,01	
	EDIFICIO DE INVESTIGACIÓN	0,02	0,02	
	PARKING	0,02	0,02	
		1,00	45.665,96	45.665,96
ELE022001X	Ud PC1.- Retencionado de cables a bandejas			
	PC1.- Retencionado de cables en bandeja según descripción en Memoria, realizado mediante bridas de poliamida 6.6 color negro, incluso identificado de cables mediante etiquetas rotuladas UNEX o equivalente; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
	MODIFICADO N°3			
	HOSPITAL GENERAL	0,91	0,91	
	EDIFICIO DE SERVICIOS	0,06	0,06	
	EDIFICIO DE RESIDUOS	0,006	0,01	
	EDIFICIO DE INVESTIGACIÓN	0,007	0,01	
	PARKING	0,007	0,01	
		1,00	12.519,29	12.519,29
TOTAL SUBCAPÍTULO LÍNEAS ELÉCTRICAS.....				581.297,60

SUBCAPÍTULO DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS

E01511	Ud Circuito distrib.alumbrado 1,5 mm2 empotrado Circuito de distribución para alumbrado 2(1x1,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	306,00	34,76	10.636,56
E015111	Ud Circuito distrib.alumbrado 1,5 mm2 superficie Circuito de distribución para alumbrado 2(1x1,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	45,00	87,40	3.933,00
E01515	Ud Circuito distrib.alumbrado 2,5 mm2 empotrado Circuito de distribución para alumbrado 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	135,00	114,71	15.485,85
E015151	Ud Circuito distrib.alumbrado 2,5 mm2 superficie Circuito de distribución para alumbrado 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	65,00	255,98	16.638,70
E01512	Ud Circuito distrib.alumbrado 4 mm2 empotrado Circuito de distribución para alumbrado 2(1x4)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	167,85	335,70
E015122	Ud Circuito distrib.alumbrado 4 mm2 superficie Circuito de distribución para alumbrado 2(1x4)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	11,00	326,06	3.586,66
E015121	Ud Circuito distrib.alumbrado 6 mm2 empotrado Circuito de distribución para alumbrado 2(1x6)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	277,95	277,95
E015123	Ud Circuito distrib.alumbrado 6 mm2 superficie Circuito de distribución para alumbrado 2(1x6)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	491,56	2.457,80
E01517	Ud Circuito distrib.fuerza 2,5 mm2 empotrado Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	458,00	70,57	32.321,06
E015171	Ud Circuito distrib.fuerza 2,5 mm2 superficie Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	52,00	155,31	8.076,12

E01514	Ud Punto luz empotrado 1,5 mm² Punto de luz empotrado desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm ² ; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	6.020,00	13,06	78.621,20
E01516	Ud Punto luz superficie 1,5 mm² Punto de luz de superficie desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm ² ; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.018,00	29,77	30.305,86
E3504	Ud Punto emergencia empotrado Punto de luz para emergencia, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor 07Z1 750 V, mecanismo completo con base de enchufe sin toma de tierra y clavija; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.105,00	15,97	17.646,85
E3505	Ud Punto emergencia superficie Punto de luz para emergencia, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor 07Z1 750 V; mecanismo completo con base de enchufe sin toma de tierra y clavija; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	238,00	32,85	7.818,30
E350400	Ud Punto telemando emergencia empotrado Punto de telemando para emergencia, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y BUS de cable trenzado polarizado, libre de halógenos, 2x1,5mm ² , mecanismo completo con base RJ45 y conector RJ45; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.105,00	29,37	32.453,85
E350401	Ud Punto telemando emergencia superficie Punto de telemando para emergencia, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y BUS de cable trenzado polarizado, libre de halógenos, 2x1,5mm ² , mecanismo completo con base RJ45 y conector RJ45; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	238,00	90,36	21.505,68
E01518	Ud Punto toma de corriente empotrado 2,5mm² Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm ² ; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5.960,00	12,98	77.360,80
E01519	Ud Punto toma de corriente superficie 2,5mm² Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm ² ; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	38,00	70,45	2.677,10
E01601	Ud Punto enchufe 2x20A+T empotrado Punto base de enchufe de empotrar 2x20A+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	59,34	178,02
E01603	Ud Punto enchufe 3x20A+N+T empotrad Punto base de enchufe de empotrar 3x20A+N+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	24,00	76,83	1.843,92
E01606	Ud Punto enchufe 3x32A+N+T empotrad Punto base de enchufe de empotrar 3x32A+N+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	11,00	81,55	897,05

E0040201	Ud Toma eléc.en caja 2(1x2,5)+T.fle Toma eléctrica en caja con bornas, realizada mediante tubería de PVC flexible reforzado del tipo foroplast de 20 mm, de diámetro, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, cajas de baquelita y cable de 2(1x2,5)+T mm2 según designación UNE H07Z1-R, incluso parte proporcional de circuito alimentador desde el CS correspondiente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	146,00	33,48	4.888,08
E01640	Ud Caja acero con 6 enchuf 2x16A+T. Caja con frente en acero inoxidable con 6 mecanismos de enchufe SIMON serie 32 o equivalente, 2x16A+T y 3 bornas de seguridad para equipotenciales LEGRAND o equivalente 329 05; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	44,00	94,50	4.158,00
E0141001	Ud Interruptor 10A 250V empotrable Interruptor empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.615,00	3,66	5.910,90
E01410011	Ud Interruptor 10A 250V superficie Interruptor 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de superficie, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	5,67	17,01
E0141003	Ud Conmutador 10A 250V empotrable Conmutador empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	30,00	4,13	123,90
E0141005	Ud Pulsador 10A 250V empotrable Pulsador empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	58,00	4,48	259,84
E0141007	Ud Int.-regulador luz incand+halóg 500 W empotrable Interruptor-regulador universal de luz empotrable 500W, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, para incandescencia 230V y halógenas 12V, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	155,00	36,35	5.634,25
E0100325	Ud Detector de movimiento 180 ° IP54 Detector de movimiento orientable MERLIN GERIN o equivalente, ángulo 180 °, alcance 12 m, duración y luminosidad ajustables, IP54; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	103,00	76,22	7.850,66
E0141012	Ud Pulsador temporizado 10A 250V empotrable Interruptor temporizado de pulsación empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	135,00	48,82	6.590,70
E0141010	Ud Toma corriente 2P+TTL 16A 250V blanca empotrable Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTL blanca EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2.945,00	4,47	13.164,15
E0141011	Ud Toma corriente 2P+TTF 16A 250V roja empotrable Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTF roja EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

		650,00	6,21	4.036,50
E01410102	Ud Toma corriente 2P+TTL 16A 250V blanca superficie IP55 Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTL blanca EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso contenedor estanco IP55 con marco-bastidor, caja de superficie y tapa; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		37,00	7,41	274,17
E0141050	Ud Caja empotrar 4 tomas 2x16A+TT 16A 250V Puesto de trabajo mediante caja de empotrar para mecanismos de 3 columnas EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA SYSTEM, dimensiones 231x166x59, conteniendo 4 tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil y plíto indicador de tensión (2 de 2x16A+TTL blancas para circuitos de usos varios y 2 de 2x16A+TTF rojas para usos informáticos) y tapa ciega, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, plantilla, garras y cartón protector; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		412,00	39,62	16.323,44
E0141051	Ud Caja empotrar 5 tomas 2x16A+TT 16A 250V Puesto de trabajo mediante caja de empotrar para mecanismos de 3 columnas EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA SYSTEM, dimensiones 231x166x59, conteniendo 4 tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil y plíto indicador de tensión (2 de 2x16A+TTL blancas para circuitos de usos varios y 3 de 2x16A+TTF rojas para usos informáticos) y tapa ciega, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, plantilla, garras y cartón protector; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		57,00	43,78	2.495,46
E01662	Ud Torreta 2[3(2x16A+T)+(V+D)] Torreta portamecanismos para instalación sobre pavimento ACKERMANN o equivalente, serie TE LI TANK 6L, construida en poliamida, dimensiones 220x120x108,5mm, con tapetas para mecanismos, equipada con 2 tomas de corriente triples de 2x16A+T, 2 tomas dobles RJ45 Cat6 FTP, incluso canal metálico de distribución bajo suelo y caja de derivación/registro, completa de accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		29,00	266,19	7.719,51
E0030401	MI Canal aluminio doble 2(70x110)mm Canal doble de aluminio AIMgSi 0,5 F 22, REHAU o equivalente, serie Signo BA 70/220D, con tabique separador interior, de dimensiones 2(70x110) mm, incluso tapa de aluminio para cada canal; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		299,00	73,90	22.096,10
E0140601	Ud Regulador luz universal 1.000 VA Regulador universal de luz, LEGRAND o equivalente, serie MOSAIC, 1000 VA, incandescencia, halógenas, fluorescencia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		6,00	116,70	700,20
E01601604	Ud Caja empotrar con perfil DIN y 1 telerruptor Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 1 telerruptor 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		1,00	29,19	29,19
E01601603	Ud Caja empotrar con perfil DIN y 2 telerruptores Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 2 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		1,00	48,94	48,94
E01601601	Ud Caja empotrar con perfil DIN y 3 telerruptores Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 3 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		23,00	67,65	1.555,95
E0160160	Ud Caja empotrar con perfil DIN y 4 telerruptores Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 4 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		1,00	86,51	86,51
E01601605	Ud Caja empotrar con perfil DIN y 5 telerruptores Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 5 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		1,00	107,60	107,60

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

E01601602	Ud Caja empotrar con perfil DIN y 6 telerruptores Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 6 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	126,45	126,45
E01540	Ud Distribución interior de Quirófano Distribución interior en Quirófano y Salas de Intervención, alimentada por panel de aislamiento y realizada según ITC-BT-38 y UNE-20615, mediante tubería de PVC flexible de doble capa, cable de cobre según UNE H07Z1-K libre de halógenos, incluyendo redes de conductores activos, de protección y equipotencialidad con mecanismos y embellecedores, completa de accesorios de unión, fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	8,00	1.069,72	8.557,76
E2359	Ud Punto alim. lámpara operaciones Punto de alimentación para lámpara de operación, realizado en tubo de PVC flexible reforzado del tipo forroplast de 32 mm de diámetro, conductor según UNE H07Z1-K libre de halógenos, con circuito de 2(1x10)+T-10 mm2, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.	30,00	95,91	2.877,30
E01541	Ud Distribución camas y salas con trafo de aislamiento 3 kVA Distribución en camas y salas alimentadas por transformador de aislamiento de 3 kVA y realizada según ITC-BT-38 y UNE-20615, mediante tubería de PVC flexible de doble capa, cable de cobre según UNE H07Z1-K libre de halógenos, incluyendo redes de conductores activos, de protección y equipotencialidad con mecanismos y embellecedores, completa de accesorios de unión, fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	35,00	223,08	7.807,80
ELE150353	Ud PC1.- Cuadro estanco de pared IP55 3 tomas PC1.- Cuadro estanco de pared IP55, GEWISS o equivalente, serie 68 Q-DIN 18, referencia GW66396, construido en tecnopolímero, equipado con 3 bases industriales compactas con interruptor de bloqueo IP44 (1 de 2x16A+T, 1 de 3x16A+T y 1 de 3x32A+T) y sus correspondientes interruptores automáticos modulares; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	2,00	281,26	562,52
ELE150307	Ud PC1.- Base fija bloqueo 3x63A+N+T 400V PC1.- Base industrial GEWISS o equivalente, serie 66/67 IB, referencia GW67266 de 3x63A+N+T 400 V, fija vertical, protegida con interruptor de bloqueo, IP 55; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO). MODIFICADO N°3 EDIFICIO DE SERVICIOS 1 1,00	1,00	85,69	85,69
ELE160401	Ud PC1.- Puesto de trabajo en locales indefinidos PC1.- Alimentación eléctrica para Puestos de Trabajo no representados en planos y de uso no permanente, con parte proporcional de circuitos de distribución realizados en tubo aislante flexible reforzado, cajas aislantes empotrables y cable 07Z1 750V, sección 2,5 mm2, incluso caja y mecanismos; instalada., según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	110,00	78,86	8.674,60
ELE160402	Ud PC1.- Punto de alimentación Campanas Extractoras en Laboratorios PC1.- Alimentación eléctrica para Campana de Extracción en Laboratorios, con parte proporcional de circuito de distribución realizada en tubo aislante flexible reforzado, cajas aislantes empotrables y cable 07Z1 750V, sección 2,5 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	6,00	56,71	340,26
ELE100322X	Ud PC1.- Fotocélula eléctrica PC1.- Fotocélula eléctrica de MERLIN GERIN o equivalente, modelo CCT15268, IP54; incluso circuito de distribución; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	6,00	200,33	1.201,98
TOTAL SUBCAPÍTULO DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS.....				499.363,45

SUBCAPÍTULO SC1606 APARATOS Y LÁMPARAS

E00601041	Ud Luminaria empotrar 1x36 W E Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	400,00	79,53	31.812,00
E00601051	Ud Luminaria empotrar 2x36 W E Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	145,00	99,57	14.437,65
E00601021	Ud Luminaria empotrar 3x36 W E Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	350,00	145,20	50.820,00
E00601011	Ud Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	203,00	94,66	19.215,98
E00601101	Ud Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	120,00	136,67	16.400,40
E0060107	Ud Luminaria empotrar 3x36 W-Emerg. Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, para 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V AF, con kit de conversión a emergencia con una autonomía de tres horas para las tres lámparas, incluso lámparas; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	16,00	512,12	8.193,92
E0060161	Ud Lum. empotrar sala blanca 2x36W Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, para salas blancas, LIDERLUX o equivalente, serie LD 40102, protegido por cristal templado de 4 mm atornillado al cuerpo sellado mediante junta adhesiva de neopreno, difusor parabólico de aluminio especular alto brillo baja luminancia, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, incluso lámparas; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	120,00	217,89	26.146,80
E0060191	Ud Luminaria superficie 1x36 W E Luminaria fluorescente de superficie, LIDERLUX o equivalente, modelo 5002 1x36 W, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	96,59	386,36
E00601601	Ud Candileja 1x18W Candileja mediante regleta fluorescente superficie 1x18 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 1000, para 1 lámpara fluorescente de 18W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	120,00	47,86	5.743,20

E00601602	Ud Candileja 1x36W Candileja mediante regleta fluorescente superficie 1x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 1000, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	40,00	50,02	2.000,80
E0060167	Ud Luminaria estanca 1x36W IP65 Luminaria fluorescente estanca 1x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 2000 PE, IP65, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	213,00	61,22	13.039,86
E0060168	Ud Luminaria estanca 2x36W IP65 Luminaria fluorescente estanca 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 2000 PE, IP65, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámparas, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	225,00	74,11	16.674,75
E0060178	Ud Empotrable circular 1x18W cristal E Empotrable circular 1x18W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12597-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 1 lámpara fluorescente compacta de 18W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	440,00	71,18	31.319,20
E0060179	Ud Empotrable circular 2x18W cristal E Empotrable circular 2x18W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12598-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 18W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	36,00	84,28	3.034,08
E0060180	Ud Empotrable circular 2x26W cristal E Empotrable circular 2x26W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12596-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 26W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.732,00	84,28	145.972,96
E0060130	Ud Downlight lámpara R63 Empotrable LIDERLUX o equivalente, referencia 12063 para lámpara reflectante R63, hasta 60 W, portalámparas E27, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	35,00	14,69	514,15
E0060185	Ud Empot. halóg. orien. 12V 50W 60° Empotrable halógeno orientable LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12076, cuerpo en fundición de aluminio, alimentación mediante transformador de seguridad 220/12 V, 50 VA, incluso lámpara halógena dicroica 50W, 60°, 12V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	832,00	20,83	17.330,56
E0060108	Ud Downlight PAR Halog. 75W 10° Downlight de empotrar LIDERLUX o equivalente, modelo 12052, con reflector de 5 cm de alto, incluso lámpara PAR halógena 75W 10° 230V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	286,00	30,03	8.588,58
E0060109	Ud Downlight PAR Halog. 75W 30° Downlight de empotrar LIDERLUX o equivalente, modelo 12052, con reflector de 5 cm de alto, incluso lámpara PAR halógena 75W 30° 230V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	128,00	30,03	3.843,84

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

E0060538	Ud Plafón circular plano opal 1x32W Plafón circular plano VILAPLANA o equivalente, con difusor opal para lámpara fluorescente circular de 32 W A.F. 230 V, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	53,00	49,68	2.633,04
E0070150	Ud Aparato empotrar luz rasante LED Aparato de luz rasante DAISALUX o equivalente, modelo LYRA con iluminación mediante LED, Clase II, IP 62, 230 V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	106,00	41,84	4.435,04
E0060522	Ud Aplique 270x200 mm 11W NO PASAR Aplique extraplano de techo y pared, fluorescente 1x11 W, OSRAM o equivalente, modelo DULUX CARRÉ, Clase II, IP-43, incluso lámpara fluorescente compacta de 11 W, 230 V A.F. y letrero "NO PASAR"; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	56,00	39,42	2.207,52
E00603052	Ud Luminaria 2x58W TRAJE QUIRÚRGICO Plafón fluorescente GEWISS o equivalente, modelo IRIDE, con difusor de metacrilato, IP 20, para 2 lámparas fluorescentes de 58W, 230V AF, incluso lámparas y letrero "OBLIGATORIO TRAJE QUIRÚRGICO", completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	7,00	75,68	529,76
E0060508	Ud Aplique estanco ext. 60W IP53 Aplique estanco de exterior IEP o equivalente, modelo BD-10 fabricado en material termoestable, reflector de aluminio anodizado, refractor de cristal prismatizado interior y junta de estanqueidad, IP53, Clase II, incluso lámpara incandescente de 60 W; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	14,00	8,22	115,08
E0060338	Ud Aparato exterior 2x18W IP55 Aparato polifuncional para exterior GEWISS o equivalente, modelo EXTRO, de color gris humo, reflector de aluminio abillantado y oxidado, pantalla de cristal templeado, para 2 lámparas fluorescentes compactas de 18W 230V AF, con soporte de orientación para pared, incluso lámparas; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	85,00	95,67	8.131,95
E0060060	Ud Lum.fl. antideflagrante"d" 1x36W Luminaria EExed IIC T4 zonas 1 y 2, CEAG o equivalente, cuerpo en poliéster reforzado con fibra de vidrio y difusor en policarbonato transparente, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V AF., entradas metálicas por ambos extremos a M20x1,5, cableado interno de paso para 16A, apertura desde un único punto, con prensaestopas metálico para cable armado PAL 10.1 de M20x1,5, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara y punto de luz antideflagrante; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	541,65	2.166,60
E0060061	Ud Lum.fl. antideflagrante"d" 2x36W Luminaria EExed IIC T4 zonas 1 y 2, CEAG o equivalente, cuerpo en poliéster reforzado con fibra de vidrio y difusor en policarbonato transparente, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230V AF., entradas metálicas por ambos extremos a M20x1,5, cableado interno de paso para 16A, apertura desde un único punto, con prensaestopas metálico para cable armado PAL 10.1 de M20x1,5, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámparas y punto de luz antideflagrante; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	581,71	2.908,55
E0060343	Ud Plafón de señalización rojo 60W Plafón rectangular de señalización color rojo GEWISS o equivalente, modelo RETTA, con difusor de policarbonato, incluso lámpara incandescente 60W; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	12,00	12,99	155,88
E0905003	Ud Cabecero hosp. 2 camas L=6m Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 2 camas, longitud del conjunto 6 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 2 luminarias fluorescentes para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario

		43,00	705,16	30.321,88
E0905002	Ud Cabecero hosp. 2 camas L=5,4m Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 2 camas, longitud del conjunto 5,4 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 2 luminarias fluorescentes para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		12,00	662,38	7.948,56
E0905006	Ud Cabecero hosp. 1 cama L=4,1m Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 4,1 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		35,00	475,62	16.646,70
E0905004	Ud Cabecero hosp. 1 cama L=3,6m Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 3,6 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		12,00	410,24	4.922,88
E0070130	Ud Apar. autón. emerg. 360 lum 1h Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 72 m2 y 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		661,00	58,20	38.470,20
E0070133	Ud Apar. autón. emerg. 153 lum 1h Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N3S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 153 lúmenes, 30,6 m2 y 1 h de autonomía, incluso lámparas; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		103,00	45,37	4.673,11
E0070134	Ud Apar. autón. emerg. 360 lum 2h Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA 2N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 65 m2 y 2 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		472,00	65,88	31.095,36
E0070140	Ud Baliza autónoma emerg. 5 lum 1h Baliza autónoma de emergencia DAISALUX o equivalente, modelo SHERPA A-RC, con señalización mediante leds rojos y lámpara de emergencia incandescente 5 lúmenes, 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		10,00	26,97	269,70
ELE070139	Ud PC1.- Apar. autón. emerg. 360 lum 1h IP66 PC1.- Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 72 m2 y 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. . (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		83,00	113,74	9.440,42
ELE0601041	Ud PC1.- Luminaria empotrar 1x36 W E Reg. PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm2 para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. . (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		35,00	143,52	5.023,20

ELE0601041B	Ud PC1.- Luminaria empotrar 1x36 W E Reg. Sensor PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	43,00	168,05	7.226,15
ELE0601051	Ud PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W E Reg. PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm ² para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	42,00	166,31	6.985,02
ELE0601051B	Ud PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W E Reg. Sensor PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	36,00	190,83	6.869,88
ELE0601021	Ud PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W E Reg. PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm ² para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	22,00	220,41	4.849,02
ELE0601021B	Ud PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W E Reg. Sensor PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	69,00	244,93	16.900,17
ELE0601011	Ud PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E Reg. PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm ² para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	35,00	159,71	5.589,85
ELE0601011B	Ud PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E Reg. Sensor PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos TC-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	23,00	184,25	4.237,75
ELE0601101	Ud PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E Reg. PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm ² para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	16,00	209,12	3.345,92
ELE0601101B	Ud PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E Reg. Sensor PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos TC-L para control de ilu-			

	minación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	13,00	237,44	3.086,72
ELE160608	Ud PC1.- Luminaria suspendida 250 W termógena PC1.- Luminaria suspendida cilíndrica de 120 mm de diámetro y 250 mm de altura, con péndulo de 1500 mm construida en acero inoxidable y lámpara termógena de 250 W 230 V, incluyendo accesorios de fijación, conexionado y montaje, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		2,00	113,10	226,20
ELE0060192	Ud PC1.- Luminaria superficie 2x36 W E PC1.- Luminaria fluorescente de superficie, LIDERLUX o equivalente, modelo 5002 2x36 W, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		5,00	120,90	604,50
ELE070133X	Ud PC1.- Aparato autónomo de emergencia sobre Puesto de Incendio PC1.- Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA 2N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 65 m2 y 2 h de autonomía, incluso lámpara; situado sobre Puestos de Incendios; incluso circuito alimentador partiendo de la red de alumbrado normal y circuito de telemando; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		213,00	98,96	21.078,48
TOTAL SUBCAPÍTULO APARATOS Y LÁMPARAS				668.570,18

SUBCAPÍTULO PARARRAYOS

E1805	Ud PC1.- Pararrayos con dispositivo de cebado 60 microsegundos				
	PC1.- Pararrayos con dispositivo de cebado de APLICACIONES TECNOLÓGICAS o equivalente, modelo DAT CONTROLLER PLUS 60, tiempo de avance en el cebado certificado de 60 microsegundos, corriente soportada certificada 100 kA 10/350 microsegundos, aislamiento superior al 95 % en condiciones de lluvia, todo ello según normas UNE 21186 y NFC 17-102; incluso mástil de 3 m, pieza de adaptación y anclajes; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).				
	MODIFICADO Nº3				
	HOSPITAL GENERAL	6	6,00		
	EDIFICIO DE SERVICIOS	2	2,00		
	EDIFICIO DE INVESTIGACIÓN	1	1,00		
				9,00	1.974,58
					17.771,22
E1810	Ud PC1.- Bajante y puesta a tierra de la instalación de pararrayos				
	PC1.- Bajante y puesta a tierra de la instalación de pararrayos mediante cable de cobre desnudo 70 mm ² , grapas, manguitos, tubo de protección aislado y contador de impactos de rayo; incluso instalación de puesta a tierra mediante arqueta de registro, puente de comprobación, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA (picas de acero cobrizado de 2 m de longitud) y sales mejoradoras del terreno; completa e instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).				
	MODIFICADO Nº3				
	HOSPITAL GENERAL	6	6,00		
	EDIFICIO DE SERVICIOS	2	2,00		
	EDIFICIO DE INVESTIGACIÓN	1	1,00		
				9,00	1.370,80
					12.337,20
E1821	Ud PC1.- Medidas especiales para la instalación de pararrayos				
	PC1.- Medidas especiales para la instalación de Pararrayos con el propósito de conseguir un nivel de protección adecuado, realizada mediante varilla de cobre desnudo de 8 mm de diámetro y piezas especiales de conexión y empalme, grapas, soportes, vía de chispas para antena; incluso conexión a carcasas metálicas de equipos en cubierta, accesorios de unión fijación y montaje; instaladas, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).				
	MODIFICADO Nº3				
	HOSPITAL GENERAL	6	6,00		
	EDIFICIO DE SERVICIOS	2	2,00		
	EDIFICIO DE INVESTIGACIÓN	1	1,00		
				9,00	3.037,58
					27.338,22
	TOTAL SUBCAPÍTULO PARARRAYOS				57.446,64
	TOTAL CAPÍTULO ELECTRICIDAD				3.788.625,86
	TOTAL				3.788.625,86

ÍNDICE DE PLANOS

- ESQ-0: Esquema Cuadro General de Baja Tensión 3, Cuadros Generales Derivativos, Cuadros de Aire Acondicionado, de Rayos X...
- ESQ-M1: Esquema Cuadros Secundarios Pertenecientes al Cuadro General Derivativo 1.
- ESQ-M5: Esquema Cuadros Secundarios Pertenecientes al Cuadro General Derivativo 5.
- ESQ-M7: Esquema Cuadros Secundarios Pertenecientes al Cuadro General Derivativo 7.
- CT: Plano y Esquema de Centro de Transformación 3 y Centro de Reparto.
- PAR: Plano de Protección de Pararrayos.
- VER: Esquema Verticales y Conexión de Cuadros Eléctricos.
- PAT: Esquema de la Instalación de Red de Puestas a Tierra.
- DIS-0: Distribución de Alumbrado y Fuerza Planta Baja.
- DIS-1: Distribución de Alumbrado y Fuerza Planta Primera.
- DIS-2: Distribución de Alumbrado y Fuerza Planta Segunda.
- DIS-3: Distribución de Alumbrado y Fuerza Planta Tercera.
- DIS-(-1): Distribución de Alumbrado y Fuerza Planta Sótano Primero.
- DIS-(-2): Distribución de Alumbrado y Fuerza Planta Sótano Segundo.
- CAN-0: Canalizaciones de Planta Baja.
- CAN-1: Canalizaciones de Planta Primera.
- CAN-2: Canalizaciones de Planta Segunda.
- CAN-3: Canalizaciones de Planta Tercera.
- CAN-(-1): Canalizaciones de Planta Sótano Primero.
- CAN-(-2): Canalizaciones de Planta Sótano Segundo.

Nota: Los planos han sido realizados simplemente de la parte del edificio correspondiente a este proyecto, siendo las otras eliminadas. Simplemente se ha empleado el edificio completo en los planos de Puesta a Tierra y Pararrayos. Se podrán observar partes vacías entre diferentes zonas en los Planos de Distribución, esto significa que esa zona “vacía” no se corresponde con los Cuadros Generales Derivativos empleados. Las canalizaciones de los planos son las correspondientes a la conexión de los Cuadros Secundarios con sus respectivos Montantes.

CONCLUSIÓN

Tras la finalización del proyecto hemos podido conocer, de manera muy amplia, los conocimientos necesarios, así como los materiales y productos imprescindibles para la instalación eléctrica en un complejo hospitalario.

Además se han aprendido y ejecutado adecuadamente las diferentes partes que deben componer un proyecto de cualquier tipo de instalación eléctrica. Por lo que, los conocimientos no han sido puramente informativos sobre instalaciones eléctricas sino que se han tenido que llevar a cabo numerosos cálculos en la instalación, así como la realización de un presupuesto y la elaboración de planos mediante programas profesionales y específicos para una adecuada presentación.

En este proyecto se puede apreciar una simple muestra de la normalización que conlleva cualquier instalación eléctrica, cada punto explicado en la memoria, está justificado por una normativa correspondiente que ha de ser cumplida. Gracias a dichas normativas, aseguramos que la instalación que ha sido diseñada, cumplirá con todas las funciones necesarias y, sobre todo, cumplirá con la seguridad que debe alcanzar un edificio de pública concurrencia como es, en nuestro caso, un complejo hospitalario.

Es la muestra de la aplicación de numerosos conocimientos que se han ido adquiriendo en los últimos cuatro años de carrera, todos ellos interrelacionados entre sí para ofrecernos un producto adecuado.

Se ha llevado a cabo una parte importante de la instalación del complejo hospitalario, debido a su variedad de zonas que incluye del hospital, prestando principal atención a quirófanos o salas de radiodiagnóstico. Esa variedad ha permitido adquirir mayores conocimientos y tener que aportar un esfuerzo extra en la comprensión y elaboración de cada punto del proyecto.

Finalmente, se han alcanzado adecuadamente los objetivos dispuestos al comienzo del proyecto, cumpliendo paso por paso con todas las exigencias, tanto del cliente que solicita la instalación, como del cumplimiento de la normativa correspondiente.

REFERENCIAS

Tablas

- Tablas 1-24: Elaboración Propia gracias a los Datos de la Instalación.
- Tabla 25: “Guía de Instalación Técnica de Baja Tensión” de Schneider Electric.
- Tabla 26: Imagen ITC-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Tabla 27: “Guía de Instalación Técnica de Baja Tensión” de Schneider Electric.
- Tabla 28: Página Web Electra Molins www.electramolins.es
- Tabla 29: “Guía de Instalación Técnica de Baja Tensión” de Schneider Electric.
- Tabla 30: Norma UNE-EN 12464-1.
- Tabla 31: Norma CTE-DB HE 3.
- Tabla 32: Catálogo TRILUX www.trilux.com
- Tablas 33-36: Norma CTE-DB SU 8.
- Tabla 37: Características Tipos Pararrayos. Catálogo INGESCO.
- Tablas 38-44: Elaboración Propia, mediante Cálculos de Líneas.
- Tablas 45-46: Elaboración Propia con Datos Hallados en Cálculo de Líneas.
- Tabla 47: REBT Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Tablas 48-50: Características SAI Socomec
- Tabla 51-53: REBT Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Tablas 54-55: Información fabricante Pemsas-Rejiband.
- Tablas 56-59: REBT Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Tabla 60: Información CELMA.

Figuras

- Imagen 1 y 2: Página Web Prysmian, Catálogo Afumex.
- Imagen 3: Página Web Pemsas-Rejiband.
- Imagen 4-7: Página Web Pemsas-Rejiband.
- Imagen 8: “Guía de Instalación Técnica de Baja Tensión” Schneider Electric.
- Imagen 9: Página Web www.netcom.es
- Imagen 10: Página Web SCHAK www.schak.com
- Imagen 11: Página Web <http://perso.wanadoo.es/hormilec/curso/proteccion.htm>
- Figura 12: Elaboración Propia.
- Figura 13-15: “Guía de Instalación Técnica de Baja Tensión” de Schneider Electric.
- Figura 16: Esquema Quirófano. REBT.
- Figura 17: Esquema Instalación Quirófano. Planos de la Instalación.
- Figura 18-19: “Equipos Didácticos de Media Tensión” de Schneider Electric.
- Figura 20-24: “Centros de Transformación MT/BT” de Schneider Electric.
- Figura 25: Página Web CRAMSA www.cramsa.com.ar
- Figura 26: “Guía de Instalación Técnica de Baja Tensión” Schneider Electric.
- Figura 27-28: Página Web Electra Molins www.electramolins.es
- Figura 29: MI BT 39, Instrucción Complementaria REBT

- Figura 30-33: “Guía de Instalación Técnica de Baja Tensión” de Schneider Electric.
- Figura 34: Renderizado en Dialux.
- Figura 35-36: Materia Asignatura Domótica y Luminotecnica U. Carlos III.
- Figura 37-40: Información Proporcionada por Programa Dialux.
- Figura 41: Extraída de la Página Web de Lamp Lighting.
- Figura 42-50: Información Proporcionada por Programa Dialux.
- Figura 51-58: Información Catálogo Screenluz. www.screenluz.com
- Figura 59: Catálogo TRILUX. www.trilux.com
- Figura 60-62: Página DAISALUX.
- Figura 63: Normativa CTE-DB SU8.
- Figura 64-68: Catálogo INGESCO.
- Figura 69-79: Cálculos Luminotécnicos obtenidos con Programa DIALUX.
- Figura 80-84: Cálculos Alumbrado de Emergencia con Programa DAISA.
- Figura 85: Elaboración Propia

BIBLIOGRAFÍA

Normativa

- GOBIERNO DE ESPAÑA. *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)*. Real Decreto 842/2002. Boletín Oficial del Estado (BOE). 2002.
- GOBIERNO DE ESPAÑA. *Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación*. Real Decreto 3275/1982. Actualización Año 2000.
- GOBIERNO DE ESPAÑA. *Código Técnico de la Edificación (CTE)*. Ley 38/1999.

Documentos

- SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, S.A. *Guía de Diseño de Instalaciones de Baja Tensión*. ISBN: 84-609-8658-6. Febrero 2008. Disponible en Web: <http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/productos-servicios/distribucion-electrica/descarga/guia-diseno-instalaciones-electricas.page>
- UNESA. *Puesta a Tierra Centros de Transformación*.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE. *Tipos y Designación de Cables Eléctricos*. Disponible en Web: http://platea.pntic.mec.es/alabarta/CVE/Soporte/Materiales/tipos_designacion_cables.pdf

Programas

- SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, S.A. *Siscet 6.3.1*. 2010.
- AUTODESK AUTOCAD 2010.
- DIALUX.
- DAISA (Daisalux).
- Microsoft Excel.

Páginas Web

- PRYSMIAN. *Folleto Afumex*. http://www.prysmian.es/export/sites/prysmian-esES/energy/Trade_x_Installers/Folleto_Afumex_Def.pdf
- PEMSA-REJIBAND. Información Bandejas y Tubos. <http://www.pemsa-rejiband.com/index.php?lang=es>
- ELECTRA MOLINS. Información Grupos Electrógenos. <http://www.electramolins.es/>
- CRAMSA. Esquema Recinto Grupos Electrógenos. <http://www.cramsa.com.ar/gruposelectrogenos/instalacion-gruposelectrogenos.html>
- PARARRAYOS PSR. Información Pararrayos General. <http://www.psr.es/>
- INGESCO. Información y Tipos de Pararrayos. <http://www.ingesco.com/es/descargas>

- INSTITUTO SCHNEIDER ELÉCTRIC DE FORMACIÓN. Catálogo Equipos Didácticos Media Tensión 2010-2011. www.schneiderelectric.es
- ALKARGO. Catálogo Transformadores ALKARGO. www.alkargo.com
- SCREENLUZ. Catálogo Luminarias. www.screenluz.com
- TRILUX. Información Lámparas de Quirófano. www.trilux.com
- DAISALUX. Información Luminaria Emergencia. www.daisalux.com
- LAMP LIGHTING. Información Luminaria Cabecero de Cama. www.lamp.es